Gespoten PUR-schuimisolatie en gezondheid

Aan: de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Nr. 2020/24, Den Haag, 1 december 2020

Gezondheidsraad

inhoud

Samenvatting 3

01 Inleiding 7

1.1 Achtergrond 8
1.2 Adviesvraag 9
1.3 De commissie 9
1.4 Taakopvatting en afbakening 9
1.5 Werkwijze 10
1.6 Leeswijzer 11

02 Chemische stoffen bij de productie van gespoten PUR-schuim 12

2.1 De stoffen en de chemische reactie 13
2.2 Randvoorwaarden en kwaliteitseisen bij het spuiten van PUR-schuim 14
2.3 Gevaareigenschappen van stoffen in PUR-schuim 15
2.4 Grenswaarden en gezondheidskundige advieswaarden 18

03 Blootstelling en risico's 20

3.1 Blootstelling en risico's bij isoleerders 21
3.2 Blootstelling en risico's bij bewoners 24

04 Gezondheidsklachten in Nederland 28

4.1 Diagnostiek van gezondheidsklachten 29
4.2 Gezondheidsklachten en beroepsziektemeldingen bij isoleerders 30
4.3 Gezondheidsklachten en medische diagnostiek bij bewoners 32
4.4 Hoogrisicogroepen 37

05 Advies 39

5.1 Juiste toepassing van PUR-schuim 40
5.2 Centrale registratie van klachten en diagnoses bij bewoners 40
5.3 Verbeteringen in het bestaande medisch protocol 41
5.4 Onderzoek voor de veiligheid van bewoners 41
5.5 Aandacht voor en onderzoek naar blootstelling onder isoleerders 41

Literatuur 43

samenvatting

Gespoten PUR-schuim wordt veel toegepast voor de isolatie van (vloeren van) woningen. Naar schatting zijn in Nederland zo'n 250.000 woningen ermee geïsoleerd. Diverse bewoners meldden daarna gezondheidsklachten. Onderzoek van TNO wees in 2013 uit dat een oorzakelijk verband tussen de isolatie met PUR-schuim en de klachten onwaarschijnlijk was, maar niet geheel uitgesloten kon worden. Sindsdien heeft de branche de richtlijnen verder aangescherpt en is er in 2016 een protocol voor medische diagnostiek opgesteld. Omdat de onrust bleef bestaan, heeft de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties de Gezondheidsraad gevraagd advies uit te brengen. De Commissie Gespoten PUR-schuim van de raad heeft zich gebogen over de vraag of er gezondheidsrisico's kunnen ontstaan bij bewoners door isolatie met gespoten PUR-schuim en in hoeverre er groepen zijn die extra gevoelig zijn. De commissie heeft ook gekeken naar de gezondheidseffecten voor werknemers, omdat die relevant zijn bij de inschatting van de plausibiliteit van de gezondheidseffecten bij bewoners.

Juiste toepassing PUR-schuim belangrijk

Bij de isolatie met gespoten PUR-schuim worden ter plaatse (meestal in de kruipruimte) twee componenten samengevoegd die door chemische reactie uitharden tot een isolerende schuimlaag. De ene component bestaat uit isocyanaten. Deze reageren met polyolen, het hoofdbestanddeel van de tweede component. In deze laatste component zitten tevens hulpstoffen; katalysatoren, blaasmiddelen en vlamvertragers. Van isocyanaten en katalysatoren is bekend dat deze gevaarlijk zijn voor de gezondheid. Voor blootstelling van werknemers bestaan in sommige landen wettelijke grenswaarden; voor deze stoffen zijn die in Nederland nog niet van kracht. Voor bewoners bestaan er geen wettelijke grenswaarden, maar er zijn voor sommige stoffen wel advieswaarden ter bescherming van de gezondheid. Voor een schatting van risico's maakte de commissie gebruik van grenswaarden uit het buitenland en advieswaarden van verschillende instanties.

Omdat een deel van de grond- en hulpstoffen van PUR-schuim gevaarlijke eigenschappen bezit, zijn er regels om de veiligheid van werknemers en bewoners te garanderen. Zo moet er ventilatie worden toegepast tijdens de werkzaamheden, mogen bewoners tot twee uur daarna niet thuis zijn en gebruiken werknemers persoonlijke beschermingsmiddelen. Voor gecertificeerde bedrijven (in 2019 meer dan 90%) gelden bovendien allerlei aanvullende eisen die ervoor moeten zorgen dat het proces goed en veilig verloopt.

Het is zeer belangrijk dat de chemische reactie bij de vorming van PUR-schuim goed verloopt en het schuim goed uithardt. Isocyanaten en een deel van de katalysatoren kunnen dan niet meer vrijkomen. Verloopt de chemische reactie niet goed, dan kunnen isocyanaten en ongewenste reactieproducten (waarvan sommige een vislucht veroorzaken) wel vrijkomen.
De blaasmiddelen en vlamvertragers blijven in het schuim aanwezig en komen, ook uit goed uitgehard schuim, in de loop van de tijd langzaam en in lage concentraties vrij.

Blootstelling van bewoners laag, van werknemers hoog

Uit onderzoek blijkt dat de blootstelling van bewoners aan gevaarlijke stoffen bij een juiste toepassing van PUR-schuim lager is dan de advieswaarden voor deze stoffen. Blaasmiddelen en vlamvertragers komen over een langere tijd geleidelijk vrij uit PUR-schuim. Er zijn geen aanwijzingen dat lage concentraties blaasmiddelen schadelijk zijn voor de gezondheid, maar de langetermijneffecten daarvan zijn maar beperkt onderzocht. Van vlamvertragers zijn er vele andere bronnen in huis (zoals textiel, plastics, verf, meubels, elektrische apparatuur en matrassen) en de bijdrage van PUR-schuim isolatie aan de totale blootstelling van bewoners aan vlamvertragers is onbekend.

Voor werknemers ligt dit anders. Onderzoek laat zien dat tijdens het spuiten de concentraties isocyanaten en katalysatoren in de kruipruimte aanmerkelijk hoger zijn dan bestaande buitenlandse grenswaarden. Ook worden hoge concentraties blaasmiddelen en vlamvertragers aangetroffen, waarvoor in veel gevallen geen grenswaarden bestaan. Uit buitenlands urineonderzoek komen aanwijzingen voor hoge inwendige blootstelling aan isocyanaten en vlamvertragers bij isoleerders. Onduidelijk is of dit ook in Nederland het geval is.

Meer melding van gezondheidsklachten bij bewoners dan bij werknemers

Van de gezondheidseffecten door blootstelling aan componenten van PUR-schuim is bekend dat isocyanaten astma, andere longaandoeningen, eczeem en netelroos kunnen veroorzaken. Het aantal beroepsziektemeldingen dat verband houdt met PUR-schuim is laag: tussen 2002 en 2019 ging het om 3 meldingen. Dit aantal is aanzienlijk lager dan op basis van de internationale literatuur te verwachten zou zijn. De commissie verwacht dat sprake is van onderrapportage en dat de cijfers onvolledig zijn.

Wel is er een flink aantal meldingen van gezondheidsklachten bij bewoners. Bij de GGD werden tussen 2011 en 2019 69 meldingen geregistreerd. Het is de bedoeling dat alle meldingen (via de patiënt zelf of de huisarts) doorgegeven worden aan de GGD. Die onderzoekt vervolgens of er een mogelijke relatie is met PUR-schuim en adviseert over de aanpak. In de praktijk krijgt de GGD niet alle klachten door. Een door PUR-slachtoffers zelf in

het leven geroepen meldpunt heeft tussen 2012 en 2019 322 meldingen geregistreerd van uiteenlopende klachten. Er is geen goed overzicht van alle meldingen.

Ook een centrale registratie van medische diagnostiek ontbreekt. Bekend is dat bij het AMC tot maart 2020 in totaal 22 bewoners met klachten het medisch protocol hebben doorlopen. De klachten waren divers en er zijn geen aandoeningen gediagnosticeerd waarvan vaststaat dat ze verband houden met isocyanaten. ECEMed (een expertisecentrum van ziekenhuis Rijnstate in Arnhem dat tot 2017 actief was) heeft ongeveer 300 bewoners met klachten gezien en 53 daarvan onderzocht. Dit centrum hanteerde een eigen werkwijze die afweek van (inter)nationale richtlijnen. Bij vrijwel alle bewoners die een onderzoek bij ECEMed hebben ondergaan (49 van de 53 bewoners) werd een relatie met PUR-schuim gelegd, waarbij de meest gestelde diagnose sensibilisatie van de slijmvliezen en/of huid voor componenten van PUR-schuim was. Zowel ECEMed als het Meldpunt PUR-slachtoffers geven aan dat bewoners vaak thuis waren tijdens de isolatiewerkzaamheden en/of dat het schuim niet altijd goed was uitgehard.

Gezondheidsrisico's voor bewoners bij juiste toepassing onwaarschijnlijk

Bij een juiste toepassing van gespoten PUR-schuim is de blootstelling aan gevaarlijke stoffen zeer laag en dan acht de commissie nadelige gezondheidseffecten voor bewoners onwaarschijnlijk. Om verschillende redenen is het echter niet mogelijk om dergelijke effecten uit te sluiten. Bij onjuiste toepassing nemen de risico's voor de gezondheid van bewoners toe. Verder zijn van een aantal stoffen in PUR-schuim de gezondheidseffecten onvoldoende bekend. Daarnaast worden de klachten en aandoeningen van bewoners niet systematisch onderzocht en geregistreerd. Daardoor is er geen duidelijk beeld van de aard en omvang van de problematiek onder bewoners en blijft vaak onduidelijk of de klachten verband houden met de PUR-schuimisolatie of dat de oorzaak ergens anders ligt. Mensen met een bekende isocyanaatallergie zouden isolatie met gespoten PUR-schuim moeten vermijden. De commissie is van mening dat voor andere mogelijke hoogrisicogroepen specifieke adviezen niet nodig zijn.

Veilige toepassing garanderen en registratie verbeteren

De commissie vindt dat bewoners de garantie moeten krijgen dat isoleerders werken conform de richtlijnen voor gecertificeerde bedrijven. Op die manier is een juiste toepassing verzekerd en blijft de blootstelling aan gevaarlijke stoffen binnen veilige grenzen. In de praktijk blijkt dat niet altijd volgens de richtlijnen wordt gewerkt. De commissie beveelt aan om de huidige werkpraktijk te evalueren om vervolgens een inschatting te maken of beleidsmaatregelen zinvol zijn, en zo ja welke.

Verder adviseert de commissie te zorgen voor centrale registratie van klachten en gediagnosticeerde aandoeningen (volgens

medisch protocol) van bewoners. Op die manier ontstaat ook inzicht in het verloop over de tijd, bijvoorbeeld door inspanningen van de sector. Ook adviseert zij het medisch protocol op onderdelen verder uit te werken en een blootstellingsonderzoek of een chemisch onderzoek van het PUR-schuim in de woning hiervan deel te laten uitmaken.

De commissie heeft geen concrete aanwijzingen voor gezondheidseffecten door blaasmiddelen bij bewoners na isolatie met gespoten PUR-schuim. Toch vindt zij nader experimenteel onderzoek naar de risico's van langdurige blootstelling aan deze stoffen gewenst omdat informatie hierover grotendeels ontbreekt. Ook adviseert de commissie om te verkennen in hoeverre er sprake is van blootstelling aan stoffen uit PUR-schuim via drinkwater uit kunststof waterleidingen die zich in of nabij de PUR-schuimisolatielaag bevinden.

Verder signaleert de commissie dat de blootstelling aan gevaarlijke stoffen bij PUR-schuimisoleerders mogelijk hoog is. Zij adviseert de blootstelling en mogelijke gezondheidseffecten bij werknemers nader te onderzoeken. Tevens is extra aandacht op zijn plaats voor de naleving van wettelijke verplichtingen voor werkgevers in het kader van de Arbowet en voor opleiding van isoleerders. Als werknemers bewust omgaan met de risico's, kan dat niet alleen hun eigen risico verkleinen, maar ook dat van bewoners. De commissie meent dat een juiste en veilige toepassing niet te garanderen valt, als particulieren op basis van losse componenten isolatiewerkzaamheden gaan verrichten met gespoten PUR-schuim. Ze beveelt derhalve aan te onderzoeken of daarop gerichte producten, die in Nederland worden aangeboden, van de markt kunnen worden geweerd.

01 inleiding

1.1 Achtergrond

Naar schatting zijn in Nederland in totaal rond de 250.000 woningen met gespoten polyurethaanschuim (PUR-schuim) geïsoleerd.[1] Het gaat daarbij voornamelijk om isolatie van de vloer. Vanaf 2011 kregen isolatiebedrijven en GGD'en in Nederland meldingen van gezondheidsklachten bij bewoners van wie de huizen op deze manier waren geïsoleerd. De klachten betroffen voornamelijk luchtwegen, ogen en huid. De bewoners zelf schreven hun klachten toe aan de isolatie met PUR-schuim. Bij sommigen waren de klachten zo ernstig dat zij het PUR-schuim lieten verwijderen of elders gingen wonen. De kwestie kwam in de periode van 2012-2013 uitgebreid in het nieuws. Van de kant van deskundigen was er zowel steun voor als kritiek op het toeschrijven van de klachten aan gespoten PUR-schuim.[2] In de Verenigde Staten werden vergelijkbare gezondheids-klachten gerapporteerd na woningisolatie met gespoten PUR-schuim.[3,4]

Op initiatief van GGD'en werd in 2012 een PUR-expertgroep opgericht. Deze adviseert lokale GGD'en over verder milieukundig onderzoek en medische diagnostiek bij PUR-schuimgerelateerde meldingen. In 2013 zetten bewoners met klachten een meldpunt op voor PUR-slachtoffers en richtten brancheorganisaties van PUR-schuimproducenten en isolatie-bedrijven het Kennisplatform gespoten PUR-schuim op. TNO publiceerde in augustus 2013 resultaten van een onderzoek, uitgevoerd in opdracht van NUON-vloerisolatie.[5] De conclusies luidden dat de hoogst gemeten concentraties tijdens en direct na het aanbrengen van PUR-schuim onder de door TNO afgeleide gezondheidskundige limietwaarden liggen en dat er geen acute en chronische gezondheidsrisico's te verwachten zijn. Het ontstaan van sensibilisatie bij de gemeten concentraties in de woon-kamer achtte TNO onwaarschijnlijk, maar kon de organisatie ook niet helemaal uitsluiten, omdat er geen drempelwaarde voor sensibilisatie bekend is. Ook kon de organisatie niet uitsluiten dat al gesensibiliseerde personen bij de waargenomen concentraties kunnen reageren met allergische klachten.

De minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties wilde uit voorzorg de risico's minimaliseren. Hij legde in een reactie op het onderzoek van TNO de primaire verantwoordelijkheid voor het reduceren van de risico's bij de isolatiebranche.[6] De certificeringsinstantie voor PUR-schuimverwerkers IKOB-BKB scherpte daarop de richtlijnen verder aan. Dat hield onder andere in dat tijdens werkzaamheden geforceerde ventilatie in kruipruimtes moet worden toegepast. Daarnaast moeten bewoners het advies krijgen om de woning te verlaten tijdens en tot twee uur na het aanbrengen van PUR-isolatie. De minister kondigde verder aan dat het Rijk een overleg zou faciliteren tussen betrokken instanties om tot een landelijke klachtenregistratie te komen. Tevens werd er in opdracht van de minister een protocol voor medische diagnostiek van mogelijke gezondheidseffecten als gevolg van isolatie met gespoten PUR-schuim opgesteld door artsen van het VUmc en het AMC in Amsterdam en de GGD Groningen.[7-9] Na nieuwe onrust onder bewoners verzocht de

Tweede Kamer het kabinet om de Gezondheidsraad om advies te vragen over de mogelijke gezondheidseffecten van gespoten PUR-isolatie bij bewoners.[10]

1.2 Adviesvraag

In september 2018 heeft de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties de Gezondheidsraad om advies gevraagd over de effecten van woningisolatie met gespoten PUR-schuim op de gezondheid van bewoners. De minister vraagt bij welke mate van blootstelling er gezondheidsrisico's zijn voor bewoners van wie de woningen worden geïsoleerd met gespoten PUR-schuim en onder welke omstandigheden deze risico's zich kunnen voordoen. Ook vraagt zij in te gaan op de mogelijkheid dat bewoners tot een hoog-risico groep kunnen behoren door een hogere gevoeligheid, of een hogere blootstelling, in het bijzonder zwangere vrouwen, jonge kinderen, ouderen en chronisch zieken. De volledige tekst van de adviesvraag is te vinden op www.gezondheidsraad.nl.

1.3 De commissie

Voor de beantwoording van de vragen van de minister is de Commissie Gespoten PUR-schuim ingesteld. De commissie is samengesteld uit deskundigen met expertise in de medische wetenschappen, epidemiologie, toxicologie, chemie, risicoperceptie en milieukunde. Om tot een onafhankelijke evaluatie van beschikbare onderzoeksresultaten en protocollen te komen, is gekozen voor deskundigen die niet betrokken waren bij eerder onderzoek naar gespoten PUR-schuim of bij het opstellen van het medisch protocol. De samenstelling van de commissie is te vinden achterin dit advies.

1.4 Taakopvatting en afbakening

De commissie heeft zich gericht op de vraag of er gezondheidsrisico's kunnen optreden bij bewoners die hun woning laten isoleren met gespoten PUR-schuim. De commissie heeft zich in dit advies uitsluitend gericht op gespoten PUR-schuim, dat in bestaande huizen als na-isolatie wordt toegepast. In nieuwbouwhuizen worden doorgaans kant-en-klare PUR-schuimplaten gebruikt die vooraf in een fabriek zijn geproduceerd. Het ter plaatse produceren en spuiten van PUR-schuim in een bestaande woning resulteert mogelijk in blootstellingen die zich niet voordoen bij het gebruik van PUR-schuimplaten. De focus van de commissie lag op vloerisolatie met gespoten PUR-schuim, omdat deze vorm van isolatie met gespoten PUR-schuim in Nederland het meest wordt toegepast, maar zij heeft toepassingen in de spouwmuur en het dak ook meegenomen in de beschouwingen.

De focus van de commissie lag op de blootstelling van bewoners aan stoffen en eventuele gevolgen voor hun gezondheid. Ze besteedde echter ook aandacht aan de blootstelling van de isoleerders en/of eventuele assistenten, omdat zij vermoedelijk de hoogst blootgestelde groep zijn

ondanks het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen. Informatie over blootstelling en gezondheidseffecten bij isoleerders is relevant voor het maken van een inschatting van de plausibiliteit van gezondheids-effecten bij bewoners.

Bij de evaluatie van de risico's heeft de commissie rekening gehouden met juiste en onjuiste uitvoering van isolatiewerkzaamheden met gespoten PUR-schuim. Met een juiste uitvoering wordt bedoeld dat er volgens vastgestelde richtlijnen wordt gewerkt. Het PUR-schuim wordt dan volgens de juiste bouwkundige procedures toegepast en bij de uitvoering wordt rekening gehouden met de veiligheid van bewoners. In de praktijk wordt niet altijd volgens deze richtlijnen gewerkt.

De commissie heeft alle mogelijke gezondheidseffecten meegenomen. De commissie heeft zich in haar advies beperkt tot de gezondheidskundige kant van het vraagstuk. Zij realiseert zich dat milieuaspecten een rol spelen bij het maken van beleid ten aanzien van het toepassen van gespoten PUR-schuim. Verschillende stoffen uit PUR-schuim zijn milieubelastend en er is onduidelijkheid over de afvalverwerking.[11] De milieu-, bouwkundige, duurzaamheids- en economische aspecten van woningisolatie met gespoten PUR-schuim zijn in dit advies echter buiten beschouwing gelaten.

1.5 Werkwijze

De commissie is het adviestraject gestart met een hoorzitting. Hier zijn diverse groepen gehoord: bewoners met gezondheidsklachten die zij toeschrijven aan PUR-schuimisolatie, de PUR-schuimisolatiebranche en medische deskundigen met praktijkervaring op het gebied van PUR-gerelateerde klachten. Het doel van de hoorzitting was het in kaart brengen van de context van het vraagstuk. De commissie was geïntereseerd in de perspectieven, vragen, zorgen en ervaringen van de betrokkenen. De opstellers van het medisch protocol waren verhinderd tijdens de bijeenkomst en zijn daarom in een latere commissievergadering gehoord.

De commissie heeft een systematisch literatuuronderzoek uitgevoerd naar studies op het gebied van blootstelling aan stoffen bij isolatie met gespoten PUR-schuim en de hieraan gerelateerde gezondheidseffecten bij bewoners. Daarnaast heeft de commissie gezocht naar rapportages van onderzoeksinstellingen. Ook heeft ze in verschillende talen (Nederlands, Engels, Frans, Duits) op internet (via Google) gezocht naar PUR-schuimgerelateerde gezondheidsklachten. Een eerder advies van de Gezondheidsraad over beroepsmatige blootstelling aan isocyanaten (een van de grondstoffen van PUR-schuim) en het medisch protocol voor diagnostiek van gezondheidsklachten in relatie tot PUR-schuim zijn meegenomen in dit advies.

De commissie heeft via veiligheidsbladen van fabrikanten informatie verzameld over de grond- en hulpstoffen van gespoten PUR-schuim en over stoffen die tijdens het proces van PUR-schuim isolatie kunnen ontstaan. De samenstelling van gespoten PUR-schuim is afhankelijk van het type PUR-schuim en de fabrikant. Daarnaast is de samenstelling van PUR-schuim in de loop van de tijd veranderd. De stoffen die de commissie heeft geëvalueerd zijn stoffen die zijn onderzocht in blootstellingsstudies en stoffen die op recente veiligheidsbladen van leveranciers staan vermeld.[12-19]

De commissie heeft de gezondheidsrisico's geëvalueerd door middel van een risicobenadering.[20] Daarbij is het uitgangspunt dat gezondheids-schade alleen kan ontstaan als er sprake is van een bepaalde mate van blootstelling aan een stof die het vermogen heeft om de gezondheid te schaden. De commissie heeft de risico's op gezondheidsschade geëvalueerd op basis van de gevaareigenschappen van een stof, de concentratie die veilig voor de gezondheid wordt geacht, en de mate van blootstelling aan stoffen tijdens en na isolatie met gespoten PUR-schuim. De commissie maakte hierbij gebruik van bestaande gezondheidskundige grenswaarden en advieswaarden voor stoffen, voor zover deze beschikbaar zijn. Zij heeft zelf geen grenswaarden afgeleid.

Een conceptversie van het advies is eerder openbaar gemaakt. Belanghebbenden en deskundigen werden daarbij uitgenodigd om commentaar te leveren. Ook andere geinteresseerden kregen op deze manier de mogelijkheid om commentaar te leveren. De commissie heeft zorgvuldig kennis genomen van alle ingezonden commentaren en ze naar eigen inzicht verwerkt. De commentaren en de reactie van de commissie staan op www.gezondheidsraad.nl. Het advies is getoetst door de beraadsgroep van de Gezondheidsraad.

1.6 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 beschrijft de commissie het chemische proces van PUR-schuimspuiten, de stoffen die daarbij worden gebruikt of gevormd en de gevaareigenschappen daarvan. In hoofdstuk 3 gaat zij in op de blootstelling van isoleerders en bewoners aan deze stoffen en de risico's die daaruit voortvloeien. In hoofdstuk 4 beschrijft de commissie de aantallen gezondheidsklachten en medische diagnoses in Nederland en de registratie daarvan. In hoofdstuk 5 trekt zij conclusies en geeft zij advies over een veilige toepassing van gespoten PUR-schuim.

In dit document beschrijft de commissie de gevaareigenschappen, de blootstellingslimieten en het onderzoek naar blootstelling op hoofdlijnen. Uitgebreidere informatie is te vinden in twee achtergronddocumenten: Gevaaraanduidingen en blootstellingslimieten voor stoffen van gespoten PUR-schuim en Overzicht van studies naar blootstelling en studies naar gezondheidsklachten na woningisolatie met gespoten PUR-schuim.

02
chemische stoffen bij de productie van gespoten PUR-schuim

Gespoten PUR-schuim wordt gebruikt voor isolatie van woningen en wordt ter plaatste geproduceerd. Sommige van de stoffen in PUR-schuim zijn gevaarlijk voor de gezondheid (isocyanaten en sommige katalysatoren). Bij een onvolledige chemische reactie hardt het schuim niet goed uit en kunnen gevaarlijke stoffen aanwezig blijven. Daarnaast blijven ook in het uitgeharde schuim hulpstoffen aanwezig (katalysatoren, blaasmiddelen en vlamvertragers). Van sommige daarvan zijn de gevaareigenschappen maar beperkt onderzocht.

2.1 De stoffen en de chemische reactie

Gespoten PUR-schuim is een isolatiemateriaal dat wordt gebruikt voor isolatie van vloeren, muren en daken van woningen. In Nederland wordt de isolatie van de onderkant van de vloer het meest toegepast.[21] Een belangrijk voordeel van gespoten PUR-schuim ten opzichte van veel andere isolatiematerialen is dat het ter plaatse wordt gespoten en daarmee geschikt is voor het isoleren van ruimtes met alle mogelijke afmetingen en tevens voor het dichten van gaten, kieren en scheuren. Gespoten PUR-schuim wordt voornamelijk toegepast als na-isolatie bij bestaande woningen met een bouwjaar tussen 1950 en 1985.

PUR-schuim wordt ter plaatse geproduceerd door menging van twee componenten; de isocyanaatcomponent en de polyolcomponent.
De isocyanaatcomponent bevat ongeveer gelijke delen van monomere (twee-ringsstructuur) en oligomere (drie-, vier-, en vijfringsstructuren) isocyanaten. De samenstelling van het polyolmengsel varieert per product en per fabrikant. Het bestaat voornamelijk uit polyolen en bevat daarnaast vlamvertragers, blaasmiddelen en katalysatoren. De twee componenten worden in het spuitpistool gemengd, op de juiste temperatuur gebracht en opgespoten. In de minuscule druppeltjes die uit de spuitmond komen, de aerosolen, vindt de exotherme (warmteproducerende) reactie plaats waarbij de isocyanaten met de polyolen polymeriseren. De druppeltjes zetten zich af op het bespoten oppervlak en versmelten daar tot een schuim dat geleidelijk uithardt. De katalysatoren starten en versnellen de chemische reactie. Sommige typen reageren weg en andere blijven als zodanig in het schuim aanwezig. De blaasmiddelen vormen de vulling van de cellen van het uitgeharde schuim en blijven grotendeels aanwezig. Vlamvertragers blijven ook in ongewijzigde vorm aanwezig. Door de grote reactiviteit van isocyanaten zal, onder de juiste omstandigheden, de reactie tussen isocyanaten en polyolen binnen enkele minuten na het sprayen plaatsvinden. De volledige uitharding duurt langer en is afhankelijk van het type schuim, de laagdikte, de temperatuur en de luchtvochtigheid.[22] Er bestaat geslotencellig en opencellig PUR-schuim. In geslotencellig PUR-schuim worden fluorkoolwaterstoffen of recenter hydrofluoroolefins als blaasmiddel gebruikt. Opencellig schuim bevat water dat door reactie met het isocyanaat CO_2 vormt en zo als blaas-middel fungeert.[23] In Nederland werd tot voor kort alleen geslotencellig schuim gebruikt, maar recent zijn er ook aanbieders van opencellig schuim.

In de Verenigde Staten en Canada wordt al langer opencellig schuim toegepast.

2.2 Randvoorwaarden en kwaliteitseisen bij het spuiten van PUR-schuim

De productie van gespoten PUR-schuim voor woningisolatie vindt plaats onder variabele condities, zeker vergeleken met de strikt gecontroleerde condities bij de productie van PUR-schuimplaten in de fabriek. Extra zorg zal daarom moeten worden besteed aan de omstandigheden en het verloop van het spuitproces ter plaatse.

Sommige grond- en hulpstoffen van PUR-schuim zijn gevaarlijk (zie de volgende paragraaf). Daarom is het van belang dat ze veilig worden opgeslagen en vervoerd en dat de isoleerders weten hoe zij ermee om moeten gaan. Verder is het bij de toepassing van gespoten PUR-schuim van essentieel belang dat de chemische reactie goed verloopt. In dat geval reageren alle isocyanaten met polyolen en worden ze onderdeel van de polymeerstructuur. Een onvolledig of onjuist verloop van de chemische reactie kan leiden tot emissies van overgebleven isocyanaten of ongewenste reactieproducten waarvan sommige (amines) stank in de vorm van een sterke vislucht veroorzaken.[3,24] De mengverhouding van de grondstoffen, mate van menging, laagdikte, temperatuur en vochtigheid zijn factoren die invloed hebben op het verloop van de polymerisatie-reactie van PUR-schuim.[24]

Sinds juli 2020 is er regelgeving over isolatie met gespoten PUR-schuim van kracht via een aanvulling op het Bouwbesluit 2012.[25] Deze is bedoeld om de veiligheid van bewoners en isoleerders te waarborgen. De regels schrijven voor dat geforceerde ventilatie van de kruipruimte wordt toegepast tijdens de werkzaamheden en dat bewoners tijdens de werkzaamheden en twee uur daarna niet in de woning aanwezig mogen zijn. In het kader van de Arbowet zijn isolatiebedrijven wettelijk verplicht om alle arbeids-risico's voor hun werknemers in kaart te brengen middels een risico-inventarisatie en evaluatie. Het veilig werken met chemische stoffen is hier een onderdeel van. Isolatiebedrijven zijn daarbij aangewezen op de veiligheidsinformatiebladen en eventuele overige informatie van de leverancier. Gecertificeerde isolatiebedrijven volgen daarnaast de bouwkundige randvoorwaarden en proceseisen die zijn beschreven in de beoordelingsrichtlijnen en uitvoeringsrichtlijnen van certificerende instellingen.[26-28] Volgens het Kennisplatform gespoten PUR-schuim was in oktober 2019 meer dan 90% van alle bedrijven in de branche gecertificeerd. De eisen gesteld aan het proces richten zich onder meer op de specificaties voor de apparatuur, de mengverhouding van de twee componenten, de omstandigheden (temperatuur en vocht) voor en tijdens het spuiten, de wijze van aanbrengen van het schuim (in lagen van een bepaalde dikte), en een controle van het eindproduct. Daarnaast richten de eisen zich op het dichten van kieren tussen de woning en de kruip-ruimte en op een blijvende ventilatie van de kruipruimte zelf. Tevens bevatten de richtlijnen instructies voor de bescherming van werknemer en

bewoners. De eisen ten behoeve van de veiligheid van bewoners gelden voor vloerisolatie, wat in Nederland de meest voorkomende toepassing van gespoten PUR-schuimisolatie is.

Vanaf 2021 moeten alle PUR-schuimisolatieproducten die worden gebruikt door gecertificeerde bedrijven bovendien voldoen aan de door de branche geïnitieerde richtlijn emissieveiligheid. De richtlijn beschrijft dat het emissieonderzoek in een testruimte onder gestandaardiseerde omstandigheden wordt gedaan. De concentraties van isocyanaten en (semi)vluchtige organische stoffen moeten worden bepaald vanaf twee uur na het spuiten. De grenswaarden die gebruikt worden om de concentraties stoffen aan te toetsen zijn ook beschreven in de richtlijn. Vanzelfsprekend is het nodig om deze richtlijn te blijven toetsen aan de meest recente wetenschappelijke inzichten. Zo zal de richtlijn aangepast moeten worden als er nieuwe grenswaarden voor stoffen vastgesteld worden.

Onder een juiste toepassing van PUR-schuim isolatie verstaat de commissie dat de uitvoering volgens de richtlijnen van certificerende instellingen en de eisen van het Bouwbesluit plaatsvindt.

De genoemde wetgeving van de overheid en de richtlijnen van de branche beogen de toepassing van gespoten PUR-schuim in de praktijk in goede banen te leiden. Ze zijn gericht op professionele gebruikers. Benodigde chemicaliën en spuitapparatuur voor de productie tot 1400 liter gespoten PUR-schuim, blijken in Nederland echter ook verkrijgbaar voor particulieren.

2.3 Gevaareigenschappen van stoffen in PUR-schuim

Om mensen te waarschuwen voor gevaren van stoffen worden deze op grond van hun gevaareigenschappen geclassificeerd. De commissie gaat uit van bestaande Europese geharmoniseerde classificatie en etikettering voor gevaarlijke stoffen zoals wettelijk voorgeschreven door de Europese Unie. De classificatie is vereist voor stoffen die kankerverwekkend, mutageen (beschadigend voor het DNA) of reproductietoxisch (schadelijk voor de voortplanting) zijn en voor inhalatieallergenen. Alle fabrikanten van chemische stoffen zijn verplicht om deze classificatie en etikettering toe te passen. De stofkarakteristieken en de classificaties van de bij de productie van gespoten PUR-schuim betrokken chemische stoffen zijn hieronder in het kort per stofgroep beschreven. De classificaties van stoffen zijn uitgebreider weergegeven in het achtergronddocument Gevaaraanduidingen en blootstellingslimieten voor stoffen in gespoten PUR-schuim.

2.3.1 Isocyanaten en afbraak/reactieproducten

Isocyanaten zijn vluchtige organische stoffen die een of meer reactieve isocyanaatgroepen (NCO) hebben. In gespoten PUR-schuim wordt het isocyanaat methyleendifenyldiisocyanaat (MDI) als grondstof gebruikt. MDI is een diisocyanaat, wat betekent dat het twee isocyanaatgroepen

heeft. De grondstof wordt ook wel polymere MDI (pMDI) genoemd, omdat het een mengsel is van ongeveer gelijke hoeveelheden MDI monomeren (tweeringsstructuur) en oligomeren (drie-, vier-, en vijfringsstructuren).[23]

Tijdens de PUR-vorming kunnen, afhankelijk van de exacte omstandigheden, verschillende reactieproducten ontstaan. Thermische degradatie van het diisocyanaat MDI kan resulteren in de vorming van diverse monoisocyanaten (methyl-, ethyl-, fenyl-, propylisocyanaat- en isocyaanzuur).[29,30] Isocyanaten die niet snel met polyolen reageren zullen met andere stoffen reageren, zoals met water.[31-33] Bij die reactie wordt methyleendiphenyldiamine (MDA) gevormd. In de juiste omstandigheden reageert MDA vervolgens verder met MDI tot een polyurea dat net als het polyurethaan in PUR-schuim een stabiel polymeer is. Bij onvoldoende beschikbaar MDI kan bij deze reactie echter MDA overblijven.[32,34] MDA is een vaste stof met een hoog kookpunt. In tegenstelling tot MDI blijft MDA lang aanwezig (maanden).[32]

MDI is irriterend voor luchtwegen, huid en ogen. MDI is acuut toxisch (giftig) voor de luchtwegen. Het wordt verdacht van het veroorzaken van kanker en het kan schade aan organen veroorzaken bij langdurige of herhaalde blootstelling. Blootstelling aan MDI kan ook leiden tot allergische reacties van de luchtwegen na eerdere blootstelling van de luchtwegen en huid.[35] Het amine MDA is acuut toxisch, kankerverwekkend en mutageen en kan een allergische huidreactie geven. Van de monoisocyanaten is alleen voor methylisocyanaat een geharmoniseerde classificatie van toepassing. Methylisocyanaat is acuut toxisch bij huidcontact en bij inademing, is irriterend en sensibiliserend voor huid en luchtwegen, toxisch voor de voortplanting en het kan ernstig oogletsel veroorzaken. Sensibilisatie voor isocyanaten ontstaat over het algemeen bij herhaalde blootstellingen gedurende een periode van enkele weken tot maanden.[36] Na sensibilisatie ontstaat, bij hernieuwd contact, een heftiger reactie op de stof. Het is niet precies duidelijk in hoeverre blootstelling aan hoge piekconcentraties bijdraagt aan het ontstaan van sensibilisatie.[37,38] In de literatuur is meermaals beschreven dat een eenmalige piekblootstelling na langdurige lage blootstellingen, een trigger kan zijn voor sensibilisatie.[39] Daarnaast kan een eenmalige hoge blootstelling aan isocyanaten leiden tot blijvend astma.[35]

2.3.2 Polyolen

Polyolen (poly-alcoholen) zijn doorgaans lange koolstofketens met meerdere hydroxylgroepen die een reactie aangaan met MDI. MDI fungeert hierbij als verbinding tussen de lange koolstofketens waardoor er hard PUR-schuim ontstaat. Polyolen zijn niet vluchtig en worden in het algemeen beschouwd als stoffen met een zeer lage toxiciteit. Polyolen verspreiden zich vrijwel uitsluitend in de vorm van aerosolen tijdens de toepassing. Bij blootstelling aan hoge concentraties via aerosolen kunnen polyolen mogelijk wel irriterend zijn.[40] In een enkel geval wordt bisfenol A in kleine hoeveelheden gebruikt (0,3-1,0% van het gewicht van de

polyolcomponent).[18] Bisfenol A is geclassificeerd als schadelijk voor de vruchtbaarheid. Daarnaast kan blootstelling aan bisfenol A leiden tot schade aan de ogen, allergische huidreacties en irritatie van de luchtwegen.[41]
Er bestaan binnen de EU beperkingen voor het gebruik van bisfenol A.

2.3.3 Katalysatoren

Katalysatoren zijn in wisselende hoeveelheden aanwezig in het polyolmengsel (<0,5-10%). Er worden verschillende types katalysatoren in PUR-schuim gebruikt: amines en organotin-verbindingen. Amines zijn vluchtig. Er bestaan reactieve en niet-reactieve vormen. De reactieve aminekatalysatoren reageren met isocyanaten tot een stabiele ureumverbinding. Zij fungeren als starters van de polymerisatie reactie, waarna de reactie verder gaat met de polyolen.[23,24] Andere aminekatalysatoren en organotin-verbindingen (lipofiele vloeistoffen) zijn niet reactief en blijven als zodanig aanwezig in het PUR-schuim.[23] Zij versnellen de polymerisatiereactie.

Van een aantal katalysatoren die in PUR-schuim worden gebruikt zijn gegevens over toxiciteit beschikbaar (DMEA, 2,2‘-iminodiethanol, benzyldimethylamine, bis(2-dimethylaminoethyl) (methyl)amine) maar van andere niet. Huidcorrosie/irritatie en acute toxiciteit bij huidcontact en bij inademing kunnen optreden. 2,2’-iminodiethanol is bij herhaalde blootstelling daarnaast schadelijk voor de ogen en organen. De organotin-verbinding dibutyltindilauraat wordt verdacht van het veroorzaken van genetische schade, kan vruchtbaarheid schaden en is schadelijk voor het immuunsysteem bij herhaalde blootstelling.

2.3.4 Blaasmiddelen

De polyolcomponent van PUR-schuim bestaat voor 10-25% uit blaasmiddelen.[14-19] In Nederland worden fluorkoolwaterstoffen (HFK’s) of hydrofluoroolefins (HFO’s) als blaasmiddel gebruikt. HFK’s zijn sterke broeikasgassen die relatief lang in de atmosfeer blijven.[42] Vanwege deze milieueffecten is per 2023 het gebruik van deze blaasmiddelen voor gespoten vloerisolatie verboden. Momenteel gaat de branche over op het gebruik HFO’s.[11,43] HFK’s en HFO’s reageren niet met andere stoffen, maar blijven deels aanwezig doordat ze na polymerisatie en uitharden van het schuim zijn opgesloten in het schuim. De blaasmiddelen zijn gasvormig en kunnen door diffusie in de loop van de tijd (jaren) langzaam vrijkomen uit het schuim of sneller bij beschadiging van het schuim.[44] Sommige soorten geslotencelligschuim, en opencelligschuim dat in Nederland nog maar sinds kort wordt toegepast, bevatten geen fluorkoolwaterstoffen.[23,43]

Op basis van de chemische eigenschappen van HFK’s,[45] dierexperimentele toxiciteitsstudies[46,47] en acute humane blootstellingsstudies[48] wordt de toxiciteit van HFK’s ingeschat als laag. Van de HFO die wordt gebruikt in PUR-schuim wordt verondersteld dat lage concentraties duizeligheid kunnen geven en hogere concentraties tot irritatie van huid en ogen

kunnen leiden.[49] De toxiciteit van blaasmiddelen, en met name HFO's, bij langdurige blootstelling is echter nog onvoldoende onderzocht.[47,49]

2.3.5 Vlamvertragers

In de polyolmengsels voor de productie van PUR-schuim zijn vlamvertragers in grote hoeveelheid aanwezig (10-50%).[13-19] In PUR-schuim worden vooral gechloreerde organofosfaten (tris-(1-chloro-2-propyl) fosfaten (TCPP)) toegepast. Deze organofosfaten vervangen de, sinds 2005 verboden, broomhoudende vlamvertragers.[50] Gechloreerde organofosfaten zijn normaal gesproken niet vluchtig behalve bij hogere temperaturen, zoals misschien tijdens de polymerisatiereactie. Aangenomen wordt dat ze zich tijdens het spuiten vooral verspreiden via aerosolen en niet als damp. Vlamvertragers blijven na de polymerisatiereactie ongebonden in en op het PUR-schuim aanwezig, wat nodig is voor hun brandwerende functie. Van gechloreerde organofosfaten zijn geen Europese geharmoniseerde classificaties voor gezondheidsrisico's beschikbaar. Door het Environmental Protection Agency wordt TCPP wel geclassificeerd als gevaarlijk vanwege negatieve effecten op de vruchtbaarheid.[51] Ook heeft het European Chemicals Agency (ECHA) vanwege dezelfde negatieve effecten op de vruchtbaarheid en ontwikkeling een beperking geadviseerd op gebruik van TCPP en andere vlamvertragers in flexibele polyurethaanproducten (babyverzorgingsartikelen en meubilair in woningen).[52]

2.4 Grenswaarden en gezondheidskundige advieswaarden

Voor werkgerelateerde blootstellingen aan chemische stoffen worden in Europese landen en in de Verenigde Staten wettelijk verankerde gezondheidskundige grenswaarden vastgesteld. Deze wettelijke grenswaarden gelden echter alleen voor blootstelling aan stoffen op het werk. Voor de algemene bevolking bestaan er geen wettelijke grenswaarden. Wel hebben verschillende instanties advieswaarden afgeleid die gebruikt worden om de gezondheid van de algemene bevolking te beschermen.

De commissie heeft gebruik gemaakt van reeds bestaande advies- en grenswaarden (beschreven in het achtergronddocument Gevaaraanduidingen en blootstellingslimieten voor stoffen in gespoten PUR-schuim). Echter, voor lang niet alle stoffen zijn grens- of advieswaarden beschikbaar. De commissie heeft bij het ontbreken ervan niet zelf grens- of advieswaarden afgeleid. Over het afleiden van grenswaarden is altijd veel discussie. Vaak zijn grenswaarden gebaseerd op dierexperimenteel onderzoek. Zowel bij de selectie van relevante studies als bij de vertaling van resultaten naar grenswaarden voor de mens moeten dus de nodige keuzes worden gemaakt. Als gevolg van verschillende keuzes kunnen grenswaarden van verschillende instanties van elkaar verschillen. In het kader van de Europese verplichte registratie van chemische stoffen (*Registration, Evaluation, Authorisation and*

Restriction of Chemicals Regulation, REACH) worden door de industrie zelf ook advieswaarden afgeleid voor chemische stoffen. Deze kunnen voor isoleerders of voor algemene bevolking zijn bedoeld. De mate van onderbouwing en daarmee de kwaliteit van deze advieswaarden loopt uiteen en ze hebben geen wettelijke status.

Grenswaarden zijn bedoeld voor de bescherming van mensen tegen alle mogelijke nadelige gezondheidseffecten. Omdat er voor het ontwikkelen van sensibilisatie in de praktijk geen drempelwaarde is vast te stellen, leidt de Gezondheidsraad voor allergene stoffen zoals isocyanaten een advieswaarde af die overeenkomt met een 1% toename van het aantal gesensibiliseerden onder werknemers, ten opzichte van de algemene populatie.[37] Op Europees niveau is een dergelijke aanpak recent ook geadviseerd.[38] De door de Gezondheidsraad geadviseerde gezondheidskundige advieswaarde voor isocyanaten bedraagt 0,1 μg NCO/m^3 gemiddeld over een 8-urige werkdag. Deze waarde is nog niet wettelijk van kracht; de Sociaal-Economische Raad voert momenteel een onderzoek uit naar de haalbaarheid van de voorgestelde waarde. De waarde beperkt het risico op sensibilisatie, maar biedt geen bescherming aan mensen die al gesensibiliseerd zijn. Voor isocyanaten adviseert de Gezondheidsraad bovendien een huidnotatie, wat inhoudt dat blootstelling via de huid systemische effecten kan veroorzaken en daarom vermeden moet worden.[37]

Als er een wettelijke grenswaarde is, zijn werkgevers volgens de Arbowet verplicht om maatregelen te nemen om onder de grenswaarde te blijven. De arbeidshygiënische strategie schrijft voor dat maatregelen voor de reductie van blootstelling aan de bron en via afscherming of afzuiging allereerst worden toegepast. Als de wettelijke grenswaarde dan nog steeds wordt overschreden, moeten persoonlijke beschermende middelen worden gebruikt. Bij isolatiewerkzaamheden met gespoten PUR-schuim wordt ventilatie van de kruipruimte in combinatie met het gebruik van persoonlijke beschermende middelen ingezet om de werknemer te beschermen.

03 blootstelling en risico’s

De blootstelling van bewoners aan gevaarlijke stoffen (isocyanaten en katalysatoren) is bij juiste toepassing van gespoten PUR-schuim lager dan bestaande advieswaarden. Gezondheidseffecten als gevolg van deze stoffen zijn bij hen dan niet waarschijnlijk. Bij onjuiste toepassing neemt de kans op gezondheidseffecten toe. Na het (juist) aanbrengen van PUR-schuim, komen blaasmiddelen over een langere tijd geleidelijk vrij. Er zijn geen concrete aanwijzingen dat blaasmiddelen schadelijk zijn voor de gezondheid, maar de eventuele gevolgen van langdurige blootstelling zijn maar beperkt onderzocht.

Tijdens het spuiten zijn de concentraties gevaarlijke stoffen in de ruimte van de werkzaamheden aanmerkelijk hoger dan de (in het buitenland geldende) wettelijke grenswaarden. Ook hoge concentraties van blaasmiddelen en vlamvertragers worden aangetroffen waarvoor in veel gevallen geen grenswaarden bestaan. Uit het buitenland komen aanwijzingen voor hoge inwendige blootstelling aan isocyanaten en vlamvertragers bij isoleerders.

3.1 Blootstelling en risico’s bij isoleerders

De commissie heeft eerst de blootstelling en risico’s bij isoleerders geïnventariseerd, omdat deze informatie relevant is voor het maken van een inschatting van de plausibiliteit van gezondheidseffecten bij bewoners. Daarnaast is deze informatie natuurlijk van belang voor het schatten van risico’s voor de isoleerders zelf. De isoleerders die de isolatiewerkzaamheden uitvoeren, zijn namelijk het hoogst blootgesteld, ondanks hun gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen.
Zij werken met de stoffen en doen het spuitwerk waarbij aerosolen ontstaan. Het gaat veelal om werkzaamheden in een kleine ruimte waarbij de concentraties stoffen in de lucht snel kunnen toenemen. De spuiter wordt meestal geassisteerd door een tweede werknemer die, in het geval van werkzaamheden in de kruipruimte, buiten bij de toegang of bij de mengapparatuur staat. De commissie beschrijft hieronder de beschikbare gegevens over blootstelling van isoleerders tijdens de isolatie-werkzaamheden aan de verschillende stoffen. De commissie heeft telkens de laagste beschikbare, en daarmee de voorzichtigste, grens- of advieswaarde als uitgangspunt genomen voor haar schatting van de gezondheidsrisico’s van stoffen. De commissie heeft waar mogelijk de verschillende grenswaarden voor luchtweg- en huidblootstelling en voor acute en lange termijn blootstelling gebruikt. Tevens heeft zij waar mogelijk onderscheid gemaakt tussen de geldende grens- en advieswaarden voor isoleerders en voor de algemene bevolking.

3.1.1 Isocyanaten en reactieproducten

De hoogst gemeten concentraties MDI op de werkplek tijdens isolatie-werkzaamheden met gespoten PUR-schuim variëren sterk, van enkele microgrammen per kubieke meter ($\mu g/m3$)[53,54] tot boven 100 µg/m3 [23,55-59] en zelfs boven 2000 µg/m3.[60] Daarmee komen de concentraties in de lucht in de meeste gevallen ruim boven de laagste grenswaarden voor

acute blootstelling van isoleerders uit (50 µg/m3) en zelfs boven de hoogste wettelijke grenswaarde (200 µg/m3).

Met de meetmethoden voor MDI in de lucht worden alleen de monomere en niet de oligomere MDI-moleculen gedetecteerd. Hiermee wordt de totale blootstelling aan isocyanaatverbindingen dus onderschat.[55,61] Het meten van de totale hoeveelheid aanwezige isocyanaatverbindingen zou dit probleem oplossen.[55,61] Deze methode is echter nog niet toegepast in onderzoeken naar blootstelling bij PUR-schuimisolatie. Op basis van een klein aantal studies waarbij een aantal specifieke oligo- of polymeren van MDI tijdens isolatiewerkzaamheden zijn onderzocht, blijkt dat de concentraties ook boven de wettelijke grenswaarde voor acute blootstelling aan oligomere isocyanaten liggen (50 µg/m3).[23,55,60] Blootstelling aan monoisocyanaten tijdens isolatiewerkzaamheden is slechts in een klein aantal studies onderzocht, maar lijkt er nauwelijks te zijn.[5,55,59] In een enkel geval zijn er concentraties phenylisocyanaat gemeten boven de grenswaarde.[55] Ook MDA is nauwelijks detecteerbaar in lucht en op de handschoenen van isoleerders.[55]

In sommige gevallen waarbij grenswaarden voor MDI tijdens de isolatiewerkzaamheden werden overschreden, werd geen geforceerde ventilatie toegepast, wat volgens huidige richtlijnen verplicht is. Er zijn echter ook grenswaarden overschreden terwijl er wel geforceerde ventilatie is toegepast.[23,59] Eén studie laat bovendien zien dat bij een kortdurende hapering in de ventilatie (gedurende 10 minuten) de concentratie MDI in de kruipruimte snel kan oplopen.[59]

De concentraties MDI op de werkplek tijdens PUR-schuimisolatie-werkzaamheden zijn hoog vergeleken met concentraties bij andere industriële werkzaamheden, zoals het plaatsen en lijmen van autoruiten[62] en chemische isocyanaatproductie.[63] Daar liggen de hoogst gemeten concentraties MDI onder de laagste grenswaarde voor acute blootstelling (50 $\mu g/m^3$).

De concentraties in de lucht zijn niet representatief voor de werkelijke blootstelling van isoleerders in het geval ze adembescherming en beschermende kleding gebruiken. In een Amerikaanse studie zijn inwendige blootstellingen aan isocyanaten bepaald aan de hand van MDA in urine, een biomarker van MDI. Bij alle isoleerders werd MDA in de urine gedetecteerd en in 25% van gevallen was de concentratie boven de referentiewaarde van de *UK Health and Safety Executive* (1 µmol MDA/mol creatinine in de urine).[55] Op basis van een studie waarbij MDI-metingen op de handschoenen zijn gedaan en een studie naar doorlaatbaarheid van verschillende materialen kan worden geconcludeerd dat beschermende handschoenen en kleding een aanzienlijke reductie in de huidblootstelling geven.[64] Toch wordt geschat dat de hoogst gemeten blootstellingen voldoende zijn om sensibilisatie via de huid te veroorzaken, door de handschoen heen.[55] Ook de associaties tussen

blootstelling aan isocyanaten en gezondheidsrisico's die gevonden zijn bij Nederlandse werknemers van verfspuiterijen die persoonlijke beschermende middelen gebruiken tonen aan dat de bescherming onvoldoende is.[65] Er is door meerdere onderzoekers op gewezen dat de effectiviteit van persoonlijke beschermende middelen onvoldoende is onderzocht.[61,66] Aan standaardisatie van onderzoeksmethodes voor biomonitoring van isocyanaten wordt gewerkt.[67]

3.1.2 Polyolen

De commissie heeft geen studies gevonden naar concentraties polyolen in de lucht tijdens PUR-schuimisolatie. Op basis van de chemische eigenschappen van polyolen (lage vluchtigheid) en een studie naar emissies uit PUR-schuim direct na toepassing kan gesteld worden dat blootstelling aan polyolen na PUR-schuim isolatie niet waarschijnlijk is.[24] Isoleerders kunnen daarentegen wel tijdens toepassing worden blootgesteld aan polyolen door inademing van of huidcontact met aerosolen.

3.1.3 Katalysatoren

In een aantal studies zijn concentraties (van verschillende) amine-katalysatoren bepaald in de lucht in de ruimte van toepassing tijdens en na isolatie met PUR-schuim. Er zijn geen gegevens over potentiële huidblootstelling. In drie van de vier studies bleek dat de hoogst gemeten concentraties van de katalysator BDMAEE tijdens en in de uren na het spuiten boven grenswaarden voor acute blootstelling voor werknemers lagen.[23,54,68,69] Ook DMEA- en cyclohexyldimethylamineconcentraties tijdens isolatiewerkzaamheden waren hoger dan bestaande grenswaarden voor acute blootstelling.[53,59] In de studies waarin TMAEEA is bepaald bleken aanzienlijke concentraties aanwezig te zijn in de ruimte van werkzaamheden, maar er zijn geen grenswaarden voor deze stof.[23,53,54] Dagen en maanden na isolatie zijn hoogst gemeten concentraties katalysatoren ruim onder grenswaarden voor chronische blootstelling.[5,53,70,71] Concentraties in de lucht zijn geen goede indicatie voor de blootstelling van werknemers omdat zij persoonlijke beschermende middelen gebruiken. De commissie heeft geen gegevens over inwendige blootstelling aan katalysatoren gevonden bij isoleerders.

3.1.4 Blaasmiddelen

In de studies waarin blaasmiddelen zijn onderzocht, waren concentraties detecteerbaar tot een aantal grammen per m^3 in de ruimte van de toepassing tijdens het spuiten.[23,53,58-60] Voor de meeste blaasmiddelen zijn echter geen wettelijke grenswaarden beschikbaar. In één studie waarin PUR-schuim met het blaasmiddel 1,1,1,2-tetrafluorethaan (HFC-134a) was toegepast, werden tijdens het spuiten concentraties blaasmiddel gemeten die hoger waren dan de laagste wettelijke grenswaarde voor acute blootstelling.[23] De commissie heeft geen gegevens over inwendige blootstelling gevonden bij isoleerders. Uit een kortdurend inhalatie-onderzoek naar blaasmiddelen blijkt dat concentraties blaasmiddelen in

het bloed kort na het beëindigen van de blootstelling snel dalen (via uitademing). Daarna is de afname veel langzamer.[72] Het is niet bekend wat de effecten zijn bij isoleerders die herhaald worden blootgesteld.

3.1.5 Vlamvertragers

In de studies waarin concentraties vlamvertrager TCPP [23,54,58,59,73,74] of TEP [53] in de lucht in de ruimte van werkzaamheden zijn bepaald tijdens de isolatie, werden concentraties in milligrammen per m^3 gemeten. Over mogelijke gezondheidseffecten van de in PUR-schuim gebruikte vlamvertragers is momenteel nog weinig bekend en er zijn geen wettelijke grenswaarden afgeleid. Bij één van de studies met TCPP-gegevens is er een concentratie gemeten tijdens het spuiten boven de acute advieswaarde voor werknemers.[59]

De auteurs van twee studies waarbij concentraties TCPP in de lucht en op de handschoen en biomarkers van TCPP in urine zijn bepaald concluderen dat de blootstelling via de huid mogelijk de belangrijkste blootstellingsroute is voor isoleerders bij PUR-schuim isolatie.[73,74] Ondanks het gebruik van beschermende kleding en handschoenen lagen de concentraties van TCPP-biomarker gemeten in de urine rond de 30-100 keer hoger dan bij de algemene bevolking.[73,74] Bovendien bleek de beroepsmatige blootstelling aan vlamvertragers tijdens PUR-schuimisolatiewerkzaamheden hoger dan tijdens andere werkzaamheden waarbij blootstelling aan vlamvertragers plaatsvindt, zoals bij tapijt leggen of werk in een chemische fabriek.[75]

3.1.6 Verwijderen van PUR-schuim

Bij het verwijderen van PUR-schuim, en bij boren, zagen of bijsnijden van het schuim blijken ook stoffen vrij te komen. Dit is aangetoond voor katalysatoren en vlamvertragers.[54,73] Isocyanaten komen alleen vrij als er binnen een uur na het spuiten in het PUR-schuim wordt gesneden. Een uur na het aanbrengen worden deze niet meer gedetecteerd.[54] In een experimentele setting bleek dat bij versnipperen, beschadiging of zagen in PUR-schuim ook blaasmiddelen vrijkomen.[76] Het betrof in deze studies PUR-schuim dat (vrijwel) volledig was uitgehard. Het verwijderen van niet uitgehard schuim geeft andere emissies waarover slechts zeer beperkte informatie beschikbaar is.[24] Duidelijk is dat dit zonder blootstellingsbeperkende maatregelen kan leiden tot ongewenste blootstelling van zowel werknemers als bewoners. In bestaande richtlijnen voor het verwijderen van PUR-schuim wordt niet ingegaan op de eventuele blootstelling aan chemische stoffen van werknemers en bewoners.[24,40] De Environmental Protection Agency geeft bovendien aan dat er geen standaard werkwijze is voor het verwijderen van gespoten PUR-schuim.[22]

3.2 Blootstelling en risico's bij bewoners

De blootstelling van bewoners aan stoffen uit gespoten PUR-schuim is van een andere orde dan die van isoleerders. Bij toepassing en uitvoering

volgens de regels uit het Bouwbesluit 2012 en de richtlijnen van gecertificeerde bedrijven zullen bewoners pas worden blootgesteld aan stoffen twee uur na afloop van de werkzaamheden. De commissie beschrijft hieronder de beschikbare gegevens over blootstelling van bewoners bij PUR-isolatiewerkzaamheden. Zij evalueert de risico's van de blootstelling aan de hand van bestaande advieswaarden en neemt ook hier de laagste beschikbare gezondheidskundige advieswaarde (de voorzichtigste) als uitgangspunt. In de bestaande onderzoeken wordt PUR-schuimisolatie grotendeels volgens de richtlijnen uitgevoerd.
De bestaande onderzoeken zijn dan ook niet representatief voor de situatie dat blootstellingsbeperkende maatregelen ontbreken en/of dat PUR-schuim door foutieve toepassing niet is uitgehard. Niet uitgehard PUR-schuim geeft andere emissies, blootstelling en risico's dan volledig uitgehard PUR-schuim. In de onderzoeken zijn metingen van stoffen in de lucht gedaan. Er zijn geen metingen in huisstof gedaan.

3.2.1 Isocyanaten en reactieproducten

Er zijn twee onderzoeken uitgevoerd in Nederland, waarbij na isolatie van de kruipruimte concentraties isocyanaten in de woonkamer zijn bepaald. Bij een van deze onderzoeken zijn in zeven woningen metingen tijdens en na isolatiewerkzaamheden verricht.[59] In een studie van TNO zijn in drie woningen concentraties isocyanaten bepaald direct na afloop van de werkzaamheden.[5] Terwijl de gemeten concentraties monomere MDI in de woonruimte *tijdens* isolatiewerkzaamheden onder advieswaarden of niet detecteerbaar zijn[59], is er bij één woning in de uren na afloop van de isolatiewerkzaamheden een concentratie MDI gemeten die hoger is dan de advieswaarde van de OEHHA voor acute blootstelling van de algemene populatie (12 µg/m^3).[59] Het betrof een woning waarbij ventilatie van de kruipruimte tijdens werkzaamheden slecht was uitgevoerd en het toegangsluik niet was gesloten tijdens het werk. Drie studies uit de Verenigde Staten waarbij isolatiewerkzaamheden in huis (muren, zolder, aanbouw) plaatsvonden, vonden concentraties MDI in de woning na afloop van de werkzaamheden die zeer laag waren of onder de detectie-grens lagen.[53,58,68] Maanden tot jaren na toepassing zijn concentraties monomere MDI, zowel in de ruimte van toepassing als in de woonkamer zeer laag of onder de detectiegrens (<0,01 µg/m3).[71,77] Mogelijke blootstelling van bewoners aan oligo- of polymeren van MDI of aan MDA is niet onderzocht.

Onderzoek naar monoisocyanaten in de lucht van de woonruimte laat zien dat de hoogst gemeten concentraties monoisocyanaten in de woonkamer tijdens, in de uren na en tot maanden na isolatie niet boven bestaande advieswaarden uitkomen.[5,59,71] Monoisocyanaten blijken in lage concentraties al aanwezig voorafgaand aan PUR-schuimwerkzaamheden. De achtergrondconcentraties in de woonkamer liggen iets hoger dan in de kruipruimte.[5] Dat wijst erop dat de aanwezige lage concentraties monoisocyanaten afkomstig zijn uit andere bronnen in huis met name de flexibele PUR-schuimproducten zoals matrassen, banken en kussens.

Inderdaad blijkt uit een studie waarbij geen isolatie met PUR-schuim is toegepast dat er kwantificeerbare hoeveelheden monoisocyanaten ook in huisstof aanwezig zijn.[78] Dit is in lijn met een eerdere publicatie die laat zien dat isocyanaten in vele consumentenproducten aanwezig zijn, ook lang na productie.[79]

3.2.2 Polyolen

Er zijn geen studies bekend naar concentraties polyolen in de lucht tijdens en na PUR-schuimisolatie. Op basis van de chemische eigenschappen van polyolen (lage vluchtigheid) en een studie naar emissies uit PUR-schuim kan gesteld worden dat blootstelling van bewoners aan polyolen tijdens en na PUR-schuim isolatie niet waarschijnlijk is.[24]

3.2.3 Katalysatoren

Op basis van metingen van een beperkt aantal katalysatoren in de woonruimte in een klein aantal studies blijkt dat concentraties katalysatoren in de woonruimte in de uren [5,53] en maanden[71] na isolatie ruim onder bestaande advieswaarden zijn. Op één meting van benzyldimethylamine na zijn er geen katalysatoren gedetecteerd voordat PUR-schuim-werkzaamheden begonnen, wat suggereert dat de lage concentraties katalysatoren uit PUR-schuim afkomstig zijn. Van sommige katalysatoren zoals de organotin-verbindingen zijn concentraties in de woonkamer na PUR-schuimisolatie niet onderzocht.

3.2.4 Blaasmiddelen

Concentraties blaasmiddelen in de woonkamer tijdens en in de uren na de werkzaamheden liggen vele malen lager dan in de ruimte van werkzaamheden.[5,53,58,59,70] De hoogst gemeten concentraties in de woonkamer tijdens spuitwerkzaamheden zijn enkele tientallen milligrammen per m^3. [58,59] Voor de meeste blaasmiddelen zijn geen advieswaarden afgeleid. Voor de blaasmiddelen waarvoor dit wel het geval is zijn advieswaarden in de meeste gevallen gebaseerd op acute toxiciteitsstudies. De gemeten concentraties liggen lager dan de advieswaarden voor acute blootstelling.[5,59,70] Concentraties blaasmiddelen zijn nog lang na isolatiewerkzaamheden detecteerbaar, terwijl achtergrondconcentraties blaasmiddelen in de woonkamer niet zijn gedetecteerd.[5,59] Na enkele dagen zijn enkele milligrammen per m^3 blaasmiddel gemeten[59] en microgrammen per m^3 na maanden.[58,71] Uit laboratoriumstudies is bovendien bekend dat blaasmiddelen over een lange periode vrijkomen door diffusie.[44]

3.2.5 Vlamvertragers

In de woonkamer zijn weinig metingen gedaan aan vlamvertragers, maar concentraties in de lucht tijdens en direct na PUR-schuim isolatie waren ruim onder de advieswaarde.[59] Vlamvertragers blijken ook te accumuleren in materialen in huis. Dat bleek uit analyses van gipsplaat en vloerdekking van een huis waarvan de wanden waren geïsoleerd met PUR-schuim.[58] Uit een laboratoriumstudie bleek dat vlamvertragers in relatief lage

concentraties maanden na PUR-schuim toepassing nog meetbaar zijn, vooral uit opencellig schuim.[69] Er zijn vele mogelijke bronnen van vlamvertragers in huis. Vlamvertragers worden namelijk gebruikt in textiel, plastics, verf, matrassen, meubels en elektronische apparatuur. Vlamvertragers zijn alleen bij hoge temperaturen vluchtig. De stoffen worden vooral gedetecteerd in huisstof.[66] Een Nederlandse studie heeft laten zien dat vlamvertragers in huisstof aanwezig zijn en op handjes van kleine kinderen.[80] In België blijken vrijwel alle jongeren detecteerbare hoeveelheden metabolieten (afbraakproducten) van vlamvertragers in de urine te hebben.[81] Een recente studie uit Noorwegen onder volwassen bewoners van woningen toonde aan dat afbraakproducten van vlamvertragers in urine en in haar van bewoners detecteerbaar zijn.[82] In deze studies was er geen sprake van bekende recente isolatie met gespoten PUR-schuim. De bijdrage van de verschillende bronnen van vlamvertragers aan de totale concentraties vlamvertragers in de lucht en in huisstof is onbekend.[66]

3.2.6 Blootstelling via drinkwater

Het komt voor dat het deel van de waterleiding dat zich onder de vloer bevindt, bij PUR-schuimisolatie wordt meegeïsoleerd. Van kunststof (polyethyleen) drinkwaterleidingen is bekend dat deze verontreinigingen uit grondwater kunnen doorlaten.[83] Daardoor kan de kwaliteit van het drinkwater worden aangetast. Het is niet bekend of ook stoffen uit PUR-schuim via kunststof waterleidingen in het drinkwater terecht kunnen komen. Evenmin is bekend of drinkwater een relevante blootstellingsroute kan zijn voor bewoners aan stoffen uit PUR-schuim.

04 gezondheidsklachten in Nederland

Het aantal beroepsziektemeldingen gerelateerd aan PUR-schuim is laag maar waarschijnlijk onvolledig. Van de meeste bewoners die klachten hebben gemeld, is niet duidelijk of er bij hen aandoeningen gediagnosticeerd zijn en volgens welk protocol of richtlijn zij onderzocht zijn. Slechts een gering aantal mensen met gezondheidsklachten is onderzocht volgens het beschikbare medische protocol voor PUR-schuim gerelateerde klachten. Bij geen van hen zijn aandoeningen gevonden, waarvan bekend is dat ze door isocyanaten en hun reactieproducten kunnen worden veroorzaakt. Er zijn geen hoogrisicogroepen bekend waarvoor specifieke adviezen zouden moeten gelden.

4.1 Diagnostiek van gezondheidsklachten

4.1.1 Medisch protocol

Sinds 2016 is een medisch protocol beschikbaar voor de diagnostiek van gezondheidsklachten in relatie tot potentiële blootstelling aan PUR-schuim bij zowel isoleerders als bewoners.[7-9] Het protocol richt zich op het aantonen van aandoeningen als gevolg van isocyanaten omdat dit volgens de opstellers van het protocol de enige stofgroep uit PUR-schuim is waarvoor voldoende concrete aanwijzingen zijn dat blootstelling kan leiden tot specifieke, nadelige gezondheidseffecten. De aandoeningen waarvoor volgens de opstellers van het medisch protocol voldoende bewijs is dat zij kunnen worden veroorzaakt door isocyanaten, zijn astma (irritatief of allergisch), extrinsieke allergische alveolitis (ontsteking van de longblaasjes), eczeem (irritatief of allergisch), en netelroos. De commissie merkt hierbij op dat van andere stofgroepen uit PUR-schuim de gezondheidseffecten onvoldoende bekend zijn. Het medisch protocol is daarom alleen gericht op diagnostiek van de genoemde long- en huidaandoeningen en niet op andere klachten en aandoeningen.

Het medisch protocol bevat onder meer een vragenlijst aan de hand waarvan de relatie tussen klachten en gespoten PUR-schuim getoetst kan worden. De diagnostiek van luchtweg- en huidaandoeningen gebeurt door een longarts, allergoloog en/of dermatoloog en is gebaseerd op bestaande (inter)nationale richtlijnen. Verder bevat het protocol aanbevelingen voor terugmelding naar de arts die heeft doorverwezen, reguliere medische zorg en eventuele nadere diagnostiek afhankelijk van de gezondheidsklachten, en registratie van de uitkomsten van het onderzoek bij de GGD.

De commissie heeft in hoofdstuk 2 en 3 beschreven dat isoleerders behalve aan isocyanaten ook aan aminekatalysatoren kunnen worden blootgesteld waarvan bekend is dat deze schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid. De commissie acht de werkwijze zoals beschreven in het medisch protocol ook geschikt voor het signaleren van eventuele nadelige gezondheidseffecten van aminekatalysatoren. Het medisch protocol schrijft voor dat allereerst de gezondheidsklachten in kaart worden gebracht. De focus ligt hierbij op het detecteren van luchtweg- en huidklachten die voor zowel voor isocyanaten als voor aminekatalysatoren

relevant zijn. De arts zal als standaardonderdeel van het consult eventuele andere klachten uitvragen. De commissie merkt op dat voor de uitvoering en beoordeling van diagnostische testen geen gestandaardiseerde werkwijze is opgenomen. Het zou de toepasbaarheid van het protocol ten goede komen als deze worden toegevoegd.

4.1.2 Werkwijze ECEMed

Tot 2017 was het zogenoemde Expertise Centre Environmental Medicine (ECEMed) actief. ECEMed was een door de Samenwerkende Topklinische Ziekenhuizen erkend expertisecentrum van ziekenhuis Rijnstate in Arnhem. ECEMed werkte niet conform (inter)nationale richtlijnen op het gebied van beroepsastma en arbeidsgerelateerde huidaandoeningen. Als gevolg daarvan zijn de gegevens moeilijker te interpreteren. Het centrum hanteerde een eigen protocol dat de volgende onderdelen omvatte: een chemisch onderzoek van het PUR-schuim, onderzoek van de blootstelling aan de hand van een vragenlijst en een medisch onderzoek in de vorm van een standaardanamnese en een lichamelijk onderzoek door een internist.[84] Verder werd het dossier bij de huisarts en specialist opgevraagd. Indien er bij huid- en longklachten nog geen diagnostiek was uitgevoerd verwees ECEMed door naar een dermatoloog, longarts of allergoloog. ECEMed is kritisch over het bepalen van antilichamen omdat deze test veel fout-negatieve en fout-positieve uitslagen geeft. Huidarts en allergoloog voerden soms een allergietest voor isocyanaten uit, maar in de meeste gevallen werd er van testen afgezien, omdat er volgens ECEMed al sprake was van een duidelijk bestaande sensibilisatie voor isocyanaten. Daarnaast voerde ECEMed zelf aanvullend bloed- en urineonderzoek uit en maakte zo nodig een longfoto of elektrocardiogram.

4.2 Gezondheidsklachten en beroepsziektemeldingen bij isoleerders

De commissie heeft eerst de gezondheidseffecten onder isoleerders geïnventariseerd omdat deze informatie ook relevant is voor het maken van een inschatting van de plausibiliteit van gezondheidseffecten bij bewoners. Meldingen van gezondheidsklachten onder isoleerders zijn er nauwelijks en er zijn ook weinig beroepsziektemeldingen. De commissie sluit onderrapportage in deze cijfers echter niet uit en kan op basis hiervan geen conclusies trekken over de plausibiliteit van gezondheidseffecten bij bewoners.

4.2.1 Registratie van beroepsziekten

Isoleerders met klachten kunnen zich melden bij hun bedrijfsarts of huisarts. De bedrijfsarts dient de melding te registreren en de eerste stappen van het medisch protocol te volgen. Hij/zij toetst daarbij de mogelijke relatie met gespoten PUR-schuim onder andere aan de hand van een speciaal daarvoor ontwikkelde vragenlijst die onderdeel is van het medisch protocol. Bij verdenking van een relatie met PUR-schuim verwijst de bedrijfsarts naar een longarts, dermatoloog en/of allergoloog voor

verdere diagnostiek. De uitkomsten van dat onderzoek en de wel of niet vastgestelde relatie met gespoten PUR-schuim worden teruggerapporteerd aan de huisarts en de werknemer. Geadviseerd wordt om dat ook te doen aan bedrijfsarts en werkgever. Voor rapportage aan de werkgever is toestemming van de werknemer vereist. De bedrijfsarts moet vastleggen of er een relatie met PUR-schuim aannemelijk is bevonden. Als er een aandoening gediagnosticeerd is die passend is bij isocyanaten en PUR-schuim meldt de bedrijfsarts deze bovendien als vermoeden van beroepsziekte bij het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (NCvB). Wanneer er na het doorlopen van het medisch protocol onvoldoende duidelijkheid bestaat over de diagnose en/of de relatie met PUR-schuim wordt aanbevolen door te verwijzen naar speciale centra voor werkgerelateerde long- of huidaandoeningen.

4.2.2 Cijfers over beroepsziekten

Tussen 2002 en 2019 zijn er bij het NCvB in totaal 22 meldingen van beroepsziekten binnengekomen waarbij PUR-schuim of isocyanaten als oorzaak worden genoemd. Bij drie van deze meldingen ging het om PUR-schuimisoleerders. Bij twee van hen werd beroepsastma gediagnosticeerd, bij de derde werd een allergische reactie gerapporteerd door isocyanaten. Bij de overige 19 meldingen ging het om werknemers in andere beroepen die in aanraking zijn geweest met isocyanaten, zoals machinebedieners, montagemedewerkers, meubelmakers en verfspuiters. Daarnaast zijn er nog 8 meldingen waarbij de oorzaak niet specifiek wordt benoemd, maar waar sprake is van isolatiewerkzaamheden in combinatie met een chemische of organische stof, isolatiemateriaal, een gas, damp of rook. Niet uitgesloten is dat deze gerelateerd zijn aan PUR-schuim, al kan het ook (deels) andere isolatiematerialen betreffen. Diagnoses waren luchtwegaandoeningen (3), contacteczeem (3), overgevoeligheids-pneumonitis (1) en beroepsastma (1).

Tussen 2011 en 2017 heeft ECEMed in totaal acht isoleerders onderzocht.[85] In alle gevallen hadden zij longklachten die werden toegeschreven aan PUR-schuim. Een deel van hen had ook oogklachten, huidklachten, hoofdpijn, cognitieve klachten, klachten van mond- en keelholte en/of maagdarmkanaal. Of er aandoeningen gediagnosticeerd zijn bij deze isoleerders en welke aandoeningen het betrof is niet beschreven. Bij het Meldpunt PUR-slachtoffers zijn in totaal 16 meldingen van isoleerders binnengekomen.

4.2.3 Duiding van de cijfers

Om te kunnen inschatten in hoeverre de meldingen in Nederland overeenkomen met wat er te verwachten valt aan gezondheidsklachten van isoleerders die met PUR-schuim werken, heeft de commissie in de internationale literatuur gezocht naar prevalentie- en incidentiecijfers (cijfers over het vóórkomen en het jaarlijkse aantal nieuwe gevallen van gezondheidsklachten) bij isoleerders die werken met gespoten PUR-schuim. Deze blijken er niet te zijn. Wel zijn er schattingen van het

aantal aandoeningen bij werknemers die worden blootgesteld aan isocyanaten in verschillende andere bedrijfstakken (achtergronddocument Overzicht van studies naar blootstelling en studies naar gezondheids-klachten na woningisolatie met gespoten PUR-schuim). Blootstelling aan isocyanaten is de meest gerapporteerde oorzaak van werkgerelateerde astma.[86] De prevalentie van isocyanaatastma onder werknemers die met isocyanaten werken, wordt geschat tussen de 5 en 15% en de prevalentie van alle luchtwegaandoeningen tussen de 5 tot 25%.[86,36] Een recente schatting van het aantal nieuwe gevallen van isocyanaatastma onder werknemers in de isocyanaatproductie-industrie bedraagt 0,9 per jaar per 100 werknemers.[87] Onder verfspuiters in Nederland die worden blootgesteld aan isocyanaten komen ongeveer twee keer zo veel astma-achtige symptomen voor als onder kantoormedewerkers (30% versus 14%).[65]

Een vergelijking van het aantal beroepsziekten in Nederland met de incidentiecijfers uit de literatuur is lastig, omdat er geen registratie is van het aantal PUR-schuimisoleerders. Het Kennisplatform Gespoten PUR-schuim schat dat er in 2019 100 tot 200 isoleerders in Nederland betrokken waren bij isolatiewerkzaamheden met PUR-schuim. Schattingen van het aantal werknemers in Nederland dat blootgesteld wordt aan isocyanaten lopen sterk uiteen van 40.000 tot maximaal 716.000 (in handel en reparatie van auto's, metaalindustrie, bouw en chemiesector).[88,89] Toch suggereren deze getallen dat het aantal geregistreerde isocyanaatgerelateerde aandoeningen in alle bedrijfstakken samen (22 in 17 jaar) en PUR-schuimgerelateerde aandoeningen (3 in 17 jaar) laag is vergeleken met wat er te verwachten is aan aantallen op basis van de literatuur. De cijfers voor PUR-schuim- en isocyanaatgerelateerde aandoeningen lijken daarmee de algemene notie te ondersteunen dat er onderrapportage is in de geregistreerde cijfers. Werkgevers zijn weliswaar wettelijk verplicht om basiscontracten af te sluiten met arbodienst of bedrijfsarts en werknemers een periodiek medisch onderzoek aan te bieden, maar werknemers beslissen zelf of ze van dat aanbod gebruik maken. Verder is het mogelijk dat isoleerders maar een korte tijd als zodanig werkzaam zijn of dat een hoog aantal zzp'ers in deze branche bijdraagt aan onderrapportage, omdat zij zich minder snel tot een bedrijfsarts wenden. Bovendien is het vaststellen van een beroepsziekte niet eenvoudig.[90]

4.3 Gezondheidsklachten en medische diagnostiek bij bewoners

Het aantal meldingen van gezondheidsklachten bij bewoners ligt veel hoger dan bij isoleerders. De meldingen van bewoners komen op diverse plekken binnen. Ook is de diagnostiek bij bewoners op verschillende manieren uitgevoerd, met verschillende uitkomsten tot gevolg. Er is geen centrale registratie van diagnoses die op basis van het medisch protocol zijn gesteld, waardoor een goed overzicht ontbreekt.

4.3.1 Registratie PUR-klachten bewoners

Het medisch protocol gaat ervan uit dat de patiënt of diens huisarts bij PUR-schuimgerelateerde meldingen contact zoekt met de lokale GGD. Deze registreert de casus als PUR-gerelateerde melding en neemt de vragenlijst af om de mogelijke relatie met PUR-schuim isolatie te toetsen. In 2012 is op initiatief van de GGD'en een PUR-expertgroep opgericht met deskundigen van de GGD, het RIVM, het Nederlands Kenniscentrum Arbeid en Longaandoeningen en de Radboud Universiteit op het gebied van milieu, toxicologie, geneeskunde en arbeidshygiëne. Het is de bedoeling dat lokale GGD'en de PUR-expertgroep consulteren als er een verband wordt vermoed met gespoten PUR-schuim. De PUR-expertgroep adviseert vervolgens over de noodzaak van verder milieukundig onderzoek en medische diagnostiek. Volgens het medisch protocol vindt een terugrapportage plaats naar de GGD waarbij wordt gemeld of er een diagnose is gesteld, en zo ja welke. Eventuele aandoeningen die gerelateerd zijn aan PUR-schuimisolatie moeten worden gerapporteerd aan de isolatiefirma als de patiënt daarvoor toestemming verleent.

Al in 2013 bleek dat niet alle meldingen bij de GGD terechtkwamen.[6] Veel bewoners met klachten richtten zich rechtstreeks tot ECEMed of het Meldpunt PUR-slachtoffers. De minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties constateerde dat een totaalbeeld van gezondheids-klachten bij bewoners ontbrak en kondigde aan dat het Rijk een overleg zou faciliteren tussen betrokken instanties om tot een landelijke registratie te komen.[6] De huidige registratie van meldingen betreft echter nog steeds alleen de meldingen bij lokale GGD'en die het RIVM bijeenbrengt tot een landelijk totaalbeeld. Het is niet duidelijk of en in hoeverre deze meldingen overlappen met de meldingen bij ECEMed en/of het Meldpunt PUR-slachtoffers. Het gaat bovendien alleen om de meldingen.
De aantallen verwijzingen en de medische diagnostiek van PUR-schuim gerelateerde aandoeningen worden niet centraal geregistreerd.

4.3.2 Aantal meldingen van gezondheidsklachten bij bewoners

Tussen 2011 en 2013 omvatte het landelijke totaalbeeld van het RIVM 34 meldingen.[6] Tussen 2013 en 2018 waren er 35 PUR-gerelateerde meldingen.[91] In totaal zijn er in de periode 2011-2019 dus 69 meldingen bij GGD'en geregistreerd. Dit zijn meldingen waarbij bewoners klachten hebben gerapporteerd die volgens hen samenhangen met gespoten PUR-schuim. Bij deze aantallen is vermoedelijk sprake van enige onderrapportage, omdat niet alle lokale GGD'en de meldingen structureel bijhouden via het centrale registratiesysteem Osiris. Bovendien kan een melding meerdere bewoners van een huishouden betreffen of meerdere huishoudens tegelijk (zoals van een appartementencomplex). De PUR-expertgroep heeft tijdens de hoorzitting toegelicht dat 29 van de GGD meldingen bij hen terecht zijn gekomen.[92] De gerapporteerde gezondheidsklachten betreffen voornamelijk luchtwegklachten, huidklachten en verder algemene klachten, zoals hoofdpijn, misselijkheid, vermoeidheid en geurhinder. Van de 29 meldingen zijn 8 mensen

doorverwezen voor medisch onderzoek. Sinds 2016 wordt dat uitgevoerd volgens het medisch protocol.[92]

Het meldpunt PUR-slachtoffers is in 2012 begonnen met het registreren van meldingen van gezondheidsklachten door bewoners die een relatie met gespoten PUR-schuim vermoeden. Hier zijn tot september 2019 322 meldingen gedaan. Een melding kan meerdere personen betreffen.
Het gaat om luchtweg-, huid-, en oogklachten, ademhalingsproblemen, zwellingen (van slijmvliezen), pijn op de borst en hoofdpijn. Andere klachten zijn vermoeidheid, duizeligheid, spierpijn, allergieën, slaapproblemen, hartkloppingen, koorts, haaruitval, netelroos en maagdarmklachten. De klachten zijn deels acuut, andere manifesteren zich pas na enige tijd. Tijdens de hoorzitting bracht het meldpunt in dat veel bewoners met klachten zeggen dat zij thuis waren tijdens de isolatiewerkzaamheden.[93] Tevens hebben bewoners regelmatig niet-uitgehard PUR-schuim geconstateerd. Ook in 2019 en 2020 zijn er volgens het meldpunt nog situaties geweest waarbij bewoners thuis waren tijdens isolatiewerkzaamheden. Het meldpunt heeft geen systematische registratie van gediagnosticeerde aandoeningen. Verder geeft het meldpunt aan dat mensen met klachten soms niet goed bij de GGD terecht konden en door de GGD niet werden doorgestuurd voor onderzoek volgens het medisch protocol als zij daarom vroegen.[93]

4.3.3 Medische diagnostiek

De uitkomst van het medisch onderzoek van de 8 mensen die zijn verwezen door de GGD'en, is alleen bij betrokkenen bekend.

Bij het Academisch Medisch Centrum Amsterdam (AMC) hebben tot maart 2020, 22 bewoners met klachten het protocol doorlopen.[94] Geen van hen werd rechtstreeks door de GGD verwezen. De klachten waren divers en pasten veelal niet bij de aandoeningen die bekend zijn als gevolg van blootstelling aan isocyanaten. Bij niemand is isocyanaatastma gediagnosticeerd of een andere isocyanaatgerelateerde aandoening zoals beschreven in het medisch protocol. Wel was er een verband tussen de klachten en het verblijven in huis. In sommige gevallen is er hulp van medisch psychologen ingeroepen die copingstrategieën aanboden.
Dit bleek succesvol in het verminderen van klachten. Het is niet bekend in hoeverre andere medische centra gebruik hebben gemaakt van het medisch protocol en welke aandoeningen daar eventueel gediagnosticeerd zijn. Zoals gezegd ontbreekt een centrale registratie van medische diagnostiek.

Stichting ECEMed geeft aan in totaal ongeveer 300 bewoners met klachten te hebben gezien. Hun klachten betroffen voornamelijk benauwdheid, oogklachten, hoesten, keelpijn, algemene malaise, huiduitslag, irritatie tong/mond/keelholte, hoofdpijn, concentratie-problemen, slikklachten, spierpijn en vermoeidheid.[2,85,95] ECEMed heeft bij

53 van de 300 bewoners een chemisch, blootstellings- en medisch onderzoek gedaan, zoals beschreven in paragraaf 4.1.2. Bij 49 van deze bewoners werd een relatie met PUR-schuim gelegd.[85] Het chemisch onderzoek betrof het aangebrachte PUR-schuim. De blootstelling werd nagevraagd middels een blootstellingsanamneselijst.[96] De meest gestelde diagnose was sensibilisatie van slijmvliezen en/of huid voor PUR-schuim-componenten (bij 47 van de 49 bewoners), gevolgd door acute irritatieve afwijkingen van de slijmvliezen, huid of ogen. Omdat antilichamen niet werden bepaald en andere allergietesten zelden werden uitgevoerd is het onduidelijk waarop deze diagnoses berusten. Door de longarts werd volgens ECEMed vaak bronchiale hyperreactiviteit en (reversibele) luchtwegobstructie vastgesteld. Tijdens de hoorzitting gaf ECEMed aan dat bij het chemisch onderzoek van het PUR-schuim regelmatig is geconstateerd dat de uitharding niet volledig was, met stankoverlast tot gevolg. Daarnaast bleek dat de isoleerders vaak niet volgens de richtlijnen hadden gewerkt: PUR-schuim werd in te dikke lagen aangebracht, ventilatie van de kruipruimte was gebrekkig, het toegangsluik stond open of bewoners waren thuis tijdens isolatiewerkzaamheden.[97]

4.3.4 Internationale literatuur

In de internationale literatuur zijn geen cijfers bekend over het optreden van gezondheidsklachten bij bewoners die hun huis hebben laten isoleren met gespoten PUR-schuim. Wel zijn er gevalsbeschrijvingen van klachten bij bewoners na een diversiteit van toepassingen van gespoten PUR-schuim (Achtergronddocument Overzicht van studies naar blootstelling en studies naar gezondheidsklachten na woningisolatie met gespoten PUR-schuim). Het gaat veelal om klachten aan de luchtwegen en ogen, soms huidklachten maar ook aspecifieke klachten zoals hoofdpijn, concentratieproblemen en misselijkheid komen voor. In een klein aantal gevallen worden behalve de klachten ook de resultaten uit medisch onderzoek gerapporteerd. In één geval trad een astmatische reactie op na het zelf toepassen van PUR-schuim voor raamisolatie. Dit gebeurde bij iemand die al was gesensibiliseerd door eerdere werkgerelateerde blootstelling aan isocyanaten.[98] Huang et al. rapporteert over tien huishoudens waar PUR-schuim foutief werd toegepast en vislucht werd gerapporteerd.[3] Bij zeven bewoners werd een methacholine-provocatietest (meting van de gevoeligheid van de luchtwegen) gedaan die bij een van hen (iemand met astma) positief was. Bij vier bewoners die na meer dan vijf maanden specifieke IgE-antilichamen tegen isocyanaten hadden laten bepalen, was de test negatief.[3] Redlich et al. beschrijft dat klachten werden gerapporteerd na toepassing van PUR-schuim in woningen van vier families, waarbij geen nieuw ontstane astma of sensibilisatie voor isocyanaten optrad.[99] Tsuang et al. beschrijft acute en langdurige klachten bij een man en een vrouw uit één huishouden na isolatie van de zolder met gespoten PUR-schuim.[4] Beide patiënten hadden een positieve methacholine provokatietest en werden gediagnosticeerd met isocyanaatastma. In Nederland is één casus beschreven van iemand die een allergische reactie kreeg en bij wie

bronchiale hyperreactiviteit is vastgesteld door een longarts na isolatie van de spouwmuur.[95]

4.3.5 Duiding van de gegevens

In het algemeen is het lastig om een oorzakelijke relatie te leggen tussen gezondheidsklachten en milieufactoren. Om van een aantoonbaar causaal verband te kunnen spreken, moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:[100]

- er heeft blootstelling plaatsgevonden in een concentratie die voldoende is om een effect te veroorzaken
- het effect is consistent met effecten die de chemische stof kan veroorzaken
- er is objectief medisch bewijs voor de aanwezigheid van een ziekte
- er is een relatie in de tijd tussen blootstelling aan stoffen en het optreden van de ziekte
- het effect is biologisch plausibel
- alle andere factoren die kunnen bijdragen aan het effect zijn uitgesloten.

Op basis van de beschikbare gegevens, zowel uit Nederlandse registraties als uit de internationale literatuur is het vaststellen van een oorzakelijke relatie om meerdere redenen problematisch. Allereerst is er onzekerheid over de blootstelling en de mate van blootstelling. Terwijl bij een juiste toepassing de gezondheidskundige grenswaarden doorgaans niet worden overschreden, kan de aanwezigheid van de bewoner nabij werkzaamheden en/of een onjuist verloop van de chemische reactie tot ongewenste blootstellingen leiden. In veel gevallen is achteraf niet goed vast te stellen of er ongewenste blootstelling van bewoners is geweest. In de gevalsbeschrijvingen uit de literatuur is er geen goede blootstellingsinformatie beschikbaar. Als er al blootstellingsgegevens zijn, zijn deze (lange) tijd na isolatiewerkzaamheden verzameld, waardoor ze weinig zeggen over de werkelijke blootstelling tijdens of kort na de isolatiewerkzaamheden. Daarnaast is de medische diagnostiek van aandoeningen waarvan vaststaat dat deze veroorzaakt kunnen worden door stoffen uit gespoten PUR-schuim, slechts in een klein aantal gevallen voldoende uitgevoerd. Daarbij zijn geen van isocyanaten bekende gezondheidseffecten aangetoond. In veel andere gevallen is de diagnose voornamelijk op basis van klachten gesteld. Verder is er blootstelling in lage concentraties aan een aantal stoffen uit PUR-schuim, waarvan de mogelijke gezondheidseffecten te weinig zijn onderzocht om specifieke medische diagnostiek te kunnen doen. De commissie constateert dat de bestaande registraties van meldingen en diagnostiek geen bewijs leveren dat gespoten PUR-schuim de oorzaak is van de gezondheidsklachten bij bewoners. Tegelijk zijn deze registraties onvolledig en daarom zijn effecten op de gezondheid niet uit te sluiten.

4.4 Hoogrisicogroepen

Op verzoek van de minister heeft de commissie zich gebogen over de vraag in hoeverre er sprake is van hoogrisicogroepen: mensen die een grotere kans hebben om gezondheidsklachten op te lopen als gevolg van blootstelling aan PUR-schuim. Hierbij heeft zij diverse groepen in ogenschouw genomen. De commissie heeft geen specifieke adviezen voor andere groepen dan mensen met een bestaande allergie voor isocyanaten.

Mensen die al gesensibiliseerd zijn

Mensen met een bestaande sensibilisatie voor isocyanaten of isocyanaatastma kunnen een allergische reactie krijgen op basis van zeer lage blootstellingen. Een ondergrens voor het uitlokken van een reactie is niet bekend.[101] Bestaande grenswaarden voor blootstelling zijn dan ook niet beschermend voor mensen die al eerder gesensibiliseerd zijn geraakt. Dit betekent dat het ook bij juiste toepassing niet geheel uit te sluiten is dat de aanwezigheid van zeer lage concentraties een allergische reactie oproept bij deze groep. Of en in hoeverre PUR-schuimisolatie bijdraagt aan een mogelijk risico voor mensen die gesensibiliseerd zijn of al isocyanaatastma hebben, is niet duidelijk. Er zijn namelijk vele andere bronnen van isocyanaten in huis die lage blootstellingen kunnen geven.[79] Zeer lage concentraties monoisocyanaten zijn niet alleen gedetecteerd in de dagen en maanden na isolatie in de woonkamer, maar ook in huisstof van woningen die niet met PUR-schuim werden geïsoleerd.[5,59,71,78] Er zijn echter geen gevalsbeschrijvingen bekend van werknemers die gesensibiliseerd zijn voor isocyanaten en in hun woning specifieke allergische klachten krijgen. Het geven van een advies aan deze groep wordt bemoeilijkt door het feit dat ze vaak niet als zodanig zijn gediagnosticeerd en door het gebrek aan een eenvoudige immunologische test om sensibilisatie door isocyanaten aan te tonen.[9,61] Het vaststellen van een allergie vergt kennis over werkgerelateerde blootstellingen en verschillende klinische testen. De gouden standaard voor het vaststellen van een isocyanaatallergie, de klinische inhalatieprovocatietest (met artificiële blootstelling aan isocyanaten onder gecontroleerde omstandigheden in het ziekenhuis), wordt in Nederland niet uitgevoerd. De commissie erkent dus dat het mogelijk is dat allergische klachten door PUR-schuim kunnen ontstaan bij mensen die al gesensibiliseerd zijn, maar door gebrek aan een goede diagnostische test voor sensibilisatie ziet zij af van een specifiek advies voor deze groep. Mensen die wel weten dat zij een allergie voor isocyanaten hebben door werkgerelateerde blootstelling, zouden isolatie met gespoten PUR-schuim uiteraard beter kunnen vermijden.

Mensen met luchtwegaandoeningen

Patiënten met bestaande luchtwegaandoeningen hebben eerder last van irritatie van huid en slijmvliezen door hoge concentraties isocyanaten. Bij juiste toepassing en uitvoering van PUR-schuimisolatie worden bewoners niet blootgesteld aan hoge concentraties isocyanaten en zal deze groep

niet meer risico lopen. Uit de gevalsbeschrijvingen komt naar voren dat bewoners die acute klachten hadden, thuis waren tijdens de isolatie-werkzaamheden en/of dat het PUR-schuim foutief werd toegepast. Of dit mensen met bestaand astma betrof is niet bekend.[2,3,95]

Mensen met hogere gevoeligheid

Aangenomen wordt dat er persoonlijke kenmerken zijn die een hogere gevoeligheid geven voor het ontwikkelen van een allergie na blootstelling aan isocyanaten.[86] Welke omgevings- dan wel genetische factoren een hogere gevoeligheid geven, is echter onbekend. Atopie (aangeboren aanleg) en roken zijn onderzocht, maar lijken geen verband te hebben met een hogere gevoeligheid.[86] Studies naar genetische factoren die een rol zouden kunnen spelen hebben geen eenduidige resultaten opgeleverd of zijn nog niet herhaald uitgevoerd.[36,86] Bij de bewoners met klachten die in het AMC zijn onderzocht volgens het medisch protocol zijn geen specifieke risicofactoren af te leiden die een hoger risico op het ontstaan van klachten geven.[94]

Jonge kinderen, zwangeren en ouderen

Ook over risico's van blootstelling aan PUR-schuimcomponenten specifiek voor jonge kinderen, zwangere vrouwen en ouderen is weinig bekend. Jonge kinderen hebben een relatief hogere blootstelling aan chemische stoffen omdat hun gewicht lager is. Daarnaast komen zij meer in aanraking met huisstof, waarvan recent is gebleken dat dit een bron is van onder anderen monoisocyanaten[78] en vlamvertragers.[66,80] Vele andere toepassingen van polyurethaan zoals in matrassen, bankstellen, koelkasten, autostoelen en isolatieplaten dragen echter bij aan de totale hoeveelheid vlamvertragers en isocyanaten in huisstof en het is niet bekend wat de relatieve bijdrage van gespoten PUR-schuim is. Bij het onderzoeken van de risico's voor specifieke groepen zou de bijdrage van alle verschillende blootstellingsroutes moeten worden bekeken.

De commissie ziet geen reden om specifieke adviezen te geven aan andere groepen dan aan mensen met een bestaande isocyanaatallergie. Bij een juiste toepassing is de blootstelling aan stoffen ruim onder de grenswaarden. Dat zou ook nog het geval zijn als er, zoals gebruikelijk voor het beschermen van hoogrisicogroepen, een extra veiligheidsfactor wordt toegepast op dergelijke grenswaarden. In het geval van onjuiste toepassing nemen de risico's voor alle bewoners toe.

05
advies

Bij een juiste toepassing van gespoten PUR-schuimisolatie is de blootstelling aan gevaarlijke stoffen zeer laag en acht de commissie nadelige gezondheidseffecten voor bewoners onwaarschijnlijk.
Het uitsluiten van dergelijke gezondheidseffecten is echter om verschillende redenen niet mogelijk. Bij onjuiste toepassing nemen de risico's voor de gezondheid van bewoners toe. Daarnaast worden klachten en aandoeningen van bewoners en de mogelijke relatie daarvan met gespoten PUR-schuim op dit moment niet systematisch onderzocht en geregistreerd. Ten slotte zijn van een aantal stoffen in PUR-schuim de gezondheidseffecten onvoldoende bekend. Daarom adviseert de commissie een aantal maatregelen.

5.1 Juiste toepassing van PUR-schuim

De commissie is van mening dat een juiste toepassing van gespoten PUR-schuim gewaarborgd moet zijn, omdat daarmee de blootstelling van bewoners aan gevaarlijke stoffen binnen veilige grenzen blijft. Een juiste toepassing is in het Bouwbesluit en in de uitvoeringsrichtlijnen van certificeringsinstanties beschreven. Daarnaast zijn er verplichtingen voor werkgevers Bestaande eisen ten behoeve van de veiligheid van bewoners gelden voor vloerisolatie. De commissie adviseert om bij dak- en spouwmuurisolatie te werken volgens voorschriften die aansluiten bij de intenties van bestaande veiligheidsvoorschriften voor vloerisolatie.
In de praktijk blijkt dat niet altijd volgens de richtlijnen wordt gewerkt.
De commissie beveelt aan om de huidige werkpraktijk te evalueren om vervolgens een inschatting te maken of beleidsmaatregelen zinvol zijn, en zo ja welke. De commissie beveelt aan om verplichte certificering, handhaving van richtlijnen en nacontrole van het PUR-schuim hierbij te overwegen. In het geval dat het PUR-schuim niet goed is uitgehard, zal het door de isoleerder verwijderd moeten worden om ongewenste blootstellingen voor bewoners te voorkomen. Daarbij zijn dezelfde veiligheidsvoorschriften voor bewoners en werknemers van toepassing als bij het spuiten van PUR-schuim.

5.2 Centrale registratie van klachten en diagnoses bij bewoners

De commissie constateert dat er geen goed beeld is van de omvang en aard van de problematiek onder bewoners. Ondanks de intenties van de overheid in 2014 is een centrale registratie van klachten en aandoeningen die mogelijk gerelateerd zijn aan gespoten PUR-schuim, niet van de grond gekomen. Een dergelijke registratie is noodzakelijk om inzicht te krijgen in de omvang en de aard van de problematiek en eventuele veranderingen daarin over de tijd, bijvoorbeeld als gevolg van de inspanningen van de sector. In de registratie zouden de klachten, eventuele aandoeningen en de relatie ervan met gespoten PUR-schuim (vastgesteld volgens het medisch protocol) moeten worden opgenomen van alle bewoners die zich melden met klachten. De commissie beveelt aan om een instantie aan te wijzen die de organisatie van een dergelijke landelijke registratie op zich

kan nemen. Om hiertoe te komen zijn heldere afspraken tussen RIVM, lokale GGD'en en de gespecialiseerde medische centra noodzakelijk.

5.3 Verbeteringen in het bestaande medisch protocol

Het medisch protocol verdient op een aantal punten nadere uitwerking. De diagnostiek kan meer gestandaardiseerd worden met gedetailleerdere beschrijvingen van de diagnostische testen en het toevoegen van referentiewaarden. Om in het geval van gediagnosticeerde aandoeningen een verband met gespoten PUR-schuim te kunnen leggen of uit te sluiten, is tevens informatie nodig over de aard en mate van blootstelling. De commissie beveelt aan dat een onderzoek naar mogelijke blootstelling tijdens of na de isolatiewerkzaamheden en een chemisch onderzoek van het PUR-schuim ter plaatse deel gaan uitmaken van het protocol. De methodes voor het uitvoeren van dergelijk onderzoek dienen te worden uitgewerkt.

5.4 Onderzoek voor de veiligheid van bewoners

Na isolatiewerkzaamheden met gespoten PUR-schuim komen blaasmiddelen en vlamvertragers over een langere tijd geleidelijk vrij uit PUR-schuim, en de gezondheidseffecten van chronische blootstelling aan deze stoffen zijn niet goed onderzocht. Van vlamvertragers zijn er vele andere bronnen in huis en de bijdrage van PUR-schuim isolatie aan de totale blootstelling van bewoners aan vlamvertragers is onbekend. De commissie ziet de blootstelling aan vlamvertragers als een relevant gezondheidsvraagstuk. Dit vraagstuk is echter breder is dan gespoten PUR-schuim, en valt daarmee buiten de reikwijdte van de huidige adviesvraag. Blaasmiddelen zijn in de woonkamer gedetecteerd tot maanden na PUR-schuimisolatie en zijn waarschijnlijk volledig afkomstig uit PUR-schuim. De commissie heeft geen concrete aanwijzingen dat langdurige blootstelling aan lage concentraties van deze stoffen schadelijk is voor de gezondheid. Ze acht nader experimenteel onderzoek naar de chronische toxiciteit van blaasmiddelen echter wel gewenst, omdat deze informatie grotendeels ontbreekt. Over de mogelijke blootstelling van stoffen uit PUR-schuim via drinkwater bij vloerisolatie is geen informatie beschikbaar. De commissie adviseert om de doorlaatbaarheid van kunststofwaterleidingen en mogelijke blootstelling aan stoffen uit PUR-schuim via drinkwater nader te laten verkennen.

5.5 Aandacht voor en onderzoek naar blootstelling onder isoleerders

De commissie heeft voor haar advies over de blootstelling van bewoners noodzakelijkerwijs ook de blootstelling van PUR-schuimisoleerders onder de loep genomen en signaleert een mogelijk hoge blootstelling aan gevaarlijke stoffen bij isoleerders. Voor geen van de stoffen in PUR-schuim zijn momenteel wettelijke Nederlandse grenswaarden van kracht. De concentraties isocyanaten en katalysatoren die in de ruimte van isolatiewerkzaamheden tijdens de werkzaamheden worden gevonden liggen echter (ver) boven de in het buitenland gehanteerde grenswaarden.

Bovendien zijn er aanwijzingen uit buitenlands onderzoek voor een hoge inwendige blootstelling van isoleerders aan isocyanaten en vlamvertragers, ondanks de preventieve maatregelen en het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen. Om te toetsen of de huidige preventieve maatregelen onder isoleerders in Nederland voldoende effectief zijn, beveelt de commissie aan om onderzoek te doen naar de inwendige blootstelling aan stoffen uit gespoten PUR-schuim bij isoleerders. Een dergelijk onderzoek geeft inzicht in de blootstelling aan stoffen die ondanks het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen via luchtwegen en huid in het lichaam terecht komen. Bovendien levert het informatie over de relatie tussen blootstelling aan stoffen tijdens PUR-schuimisolatie en nadelige gezondheidseffecten.

Verder is extra aandacht op zijn plaats voor de naleving van wettelijke verplichtingen voor werkgevers in het kader van de Arbowet zoals de aanwezigheid van risico-inventarisaties en evaluaties, het aanbieden van periodiek medisch onderzoek en toegang tot een arbodienst. Daarnaast zouden specifiekere afspraken ter bevordering van de veiligheid van PUR-schuimisoleerders vastgelegd kunnen worden in, bijvoorbeeld, arbocatalogi. De commissie ziet de opleidingsverplichtingen voor werkenden met diisocyanaten die per 2023 gelden onder Europese wetgeving als een zinvolle stap. Als werknemers bewust omgaan met de risico’s, kan dat niet alleen hun eigen risico verkleinen, maar ook dat van bewoners.

Een juiste en veilige toepassing is niet te garanderen als particulieren zelf op basis van losse componenten gespoten PUR-schuimisolatie aanbrengen. De commissie beveelt daarom aan om te onderzoeken of het (juridisch) mogelijk is om daarop gerichte producten, die in Nederland worden aangeboden, van de markt te weren.

literatuur

[1] Kennisplatform Gespoten PURschuim. *Verslag van de hoorzitting van de commissie gespoten PUR-schuim van de Gezondheidsraad* 2019:

[2] Verschoor L. *Woningisolatie met PUR moet in de ban*. Medisch Contact 2013:

[3] Huang YC, Tsuang W. *Health effects associated with faulty application of spray polyurethane foam in residential homes*. Environ Res 2014; 134: 295-300.

[4] Tsuang W, Huang YCT. *Asthma induced by exposure to spray polyurethane foam insulation in a residential home*. Journal of Occupational and Environmental Medicine 2012; 54(3): 272-273.

[5] TNO. *Evaluatie van gezondheidsrisico's voor bewoners op basis van resultaten van metingen in woningen tijdens en direct na aanbrengen van SPF-vloerisolatie*. 2013; R11049.

[6] Tweede Kamer der Staten-Generaal. *Bouwbesluit 2012: Brief van de minister voor Wonen en Rijksdienst aan de Tweede Kamer der Staten-Generaalregering; reactie op TNO-onderzoek gespoten PUR-schuim bij vloerisolatie*. Den Haag: Vergaderjaar 2012-2013, 32 757 nr. 78.

[7] Rustemeyer T, Duijm, F, Bakker, J.G. *Protocol voor diagnostiek van gezondheidsklachten in relatie tot potentiële blootstelling aan isocyanaten en PUR schuim, gebruikt voor isolatie, bij bewoners*. Amsterdam / Groningen, 2016.

[8] Rustemeyer T, Duijm, F, Bakker, J.G. *Protocol voor diagnostiek van gezondheidsklachten in relatie tot potentiële blootstelling aan isocyanaten en PUR schuim, gebruikt voor isolatie, bij isoleerders*. Amsterdam / Groningen, 2016.

[9] Rustemeyer T, Duijm, F, Bakker, JG e.a. *Protocol voor diagnostiek van gezondheidsklachten in relatie tot potentiële blootstelling aan isocyanaten en PUR schuim, gebruikt voor isolatie, bij bewoners en isoleerders. Achtergronddocument en literatuurstudie.* Amsterdam / Groningen, 2016.

[10] Tweede Kamer der Staten-Generaal. *Integrale visie op de woningmarkt: Motie van de leden Beckerman en Van Kent op 5 april 2018 over uitbreiden van het onderzoek purschuim van de Gezondheidsraad* Den Haag: Vergaderjaar 2017-2018, 32847, nr. 348.

[11] Milieucentraal. https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/isolatiematerialen-vergeleken/.

[12] Icynene Europe Sprl. *Veiligheidsinformatieblad Base Seal bestanddeel voor de productie van isolatieschuim.*: Brussel, ; 2018.

[13] Icynene Europe Sprl. *Veiligheidsinformatieblad H2Foam Lite LDC50 v6 Bestanddeel voor de productie van isolatieschuim.* . Brussel, 2018.

[14] BASF Nederland BV. *Veiligheidsinformatieblad Elastospray 1622/20 Polyol Component*. Arnhem, 2016.

[15] BASF Nederland BV. *Veiligheidsinformatieblad Elastospray* LWP 1672/1/I Polyol Component*. Arnhem, 2019.

[16] Nestaan Holland BV. *Veiligheidsinformatieblad Nestaan Poly SD382/28 Polyolcomponent van een 2-componenten polyurethaansysteem.* Tholen, 2012.

[17] Nestaan Holland BV. *Veiligheidsinformatieblad NESTAAN POLY SD382/28 Polyolcomponent van een 2-componenten polyurethaansysteem*. overeenkomstig Verordening (EG) nr. 1907/2006 (REACH) met de aanvullende Verordening (EU) 2015/830. Tholen; 2016.

[18] Covestro Deutschland. *Veiligheidsinformatieblad Baymer Spray AL 800 Polyolcomponenten voor het vervaardigen van polyurethaan*. richtlijn (EU) 1907/2006. Leverkusen, 2019.

[19] Bayer MaterialScience AG. *Veiligheidsinformatieblad Baymer spray AL 800 polyolcomponenten voor het vervaardigen van polyurethaan*. Richtlijn (EU) nummer 1907/2006 Leverkusen; 2012.

[20] van Leeuwen CJV, T.G. *Risk Assessment of Chemicals: An Introduction*. Dordrecht, the Netherlands: Springer; 2007.

[21] Kennisplatform Gespoten PURschuim. *De voordelen van gespoten PURSchuim*. Kennisplatform Gespoten PURschuim: https://www.gespotenpurschuim.nl/gespoten-purschuim/.

[22] Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/saferchoice/potential-chemical-exposures-spray-polyurethane-foam.

[23] Wood RD. *Center for the Polyurethanes Industry summary of unpublished industrial hygiene studies related to the evaluation of emissions of spray polyurethane foam insulation*. J Occup Environ Hyg 2017; 14(9): 681-693.

[24] Light E. *Assessment and remediation of misapplied spray polyurethane foam*. ASTM Special Technical Publication. 2017. 2017.

[25] Tweede Kamer der Staten-Generaal. *Besluit tot wijziging van het Bouwbesluit 2012 en het Besluit bouwwerken leefomgeving in verband met het verbeteren van de veiligheid bij het bouwen en de veiligheid en gezondheid in bouwwerken en enkele andere wijzigingen*. Den Haag: Vergaderjaar 2018-2019, 32757 nr. 78.

[26] IKOB-BKB. *Uitvoeringsrichtlijn Sprayen van de onderkant van begane grondvloeren met polyurethaan (URL 27-101)*. 2013.

[27] Insula Certificatie. *Thermisch na-isoleren met PUR-Sprayschuim voor Insula-procescertificaat (BRL 2131)*. 2016.

[28] IKOB-BKB. *Nationale beoordelingsrichtlijn (BRL 1332) voor het KOMO attest en het KOMO procescertificaat Sprayen van de onderkant van begane grondvloeren en de onderkant van daken met spraysysteem van polyurethaanschuim*. 2013.

[29] Lastbom L, Colmsjo A, Johansson R, Karlsson D, Melin J, Nordqvist Y, et al. *Effects of thermal degradation products from polyurethane foams based on toluene diisocyanate and diphenylmethane diisocyanate on isolated, perfused lung of guinea pig*. Scand J Work Environ Health 2003; 29(2): 152-158.

[30] TNO. *Emissie van PUR gerelateerde stoffen uit Spray Polyurethaan Foam (SPF) vloerisolatie, gemeten in de tijd.* Utrecht, 2013; TNO-060-UTP-2013-00250.

[31] Agency for Toxic Substances and Disease registry. *Toxicological profile for toluene diisocyanate and methylenediphenyl diisocyanate*. 2018. https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp206.pdf.

[32] Health Canada. *Screening Assessment for Methylenediphenyl Diisocyanates and Methylenediphenyl Diamines*. 2017.

[33] Environmental Protection Agency. United States Environmental Protection Agency. *Methylene Diphenyl Diisocyanate (MDI) And Related Compounds*. Washington, DC, 2011.

[34] Yakabe Y, Henderson KM, Thompson WC, Pemberton D, Tury B, Bailey RE. *Fate of Methylenediphenyl Diisocyanate and Toluene Diisocyanate in the Aquatic Environment*. Environ Sci Technol 1999; 33(15): 2579-2583.

[35] Bello D, Herrick CA, Smith TJ, Woskie SR, Streicher RP, Cullen MR, et al. *Skin exposure to isocyanates: reasons for concern*. Environ Health Perspect 2007; 115(3): 328-335.

[36] Fisseler-Eckhoff A, Bartsch H, Zinsky R, Schirren J. *Environmental isocyanate-induced asthma: morphologic and pathogenetic aspects of an increasing occupational disease*. Int J Environ Res Public Health 2011; 8(9): 3672-3687.

[37] Gezondheidsraad. Health Council of the Netherlands. *Di- and triisocyanates*. The Hague, 2018; publication no. 2018/20.

[38] European Chemicals Agency. *ECHA Scientific report for evaluation of limit values for diisocyanates at the workplace*. Helsinki, 2019.

[39] Perfetti L, Brame B, Ferrari M, Moscato G. *Occupational asthma (OA) with sensitization to diphenylmethane diisocyanate (MDI) presenting at the onset like a reactive airways dysfunction syndrome (RADS)*. Am J Ind Med 2003; 44(3): 325-328.

[40] American Chemistry Council. *Health and Safety Product Stewardship Workbook for High-Pressure Application of Spray Polyurethane Foam (SPF)*. 2010.

[41] Gezondheidsraad. *Bisfenol A*. Den Haag, 2019; publicatie nr. 2019/04.

[42] RIVM. https://www.rivm.nl/fluorkoolwaterstoffen.

[43] Kennisplatform Gespoten PURschuim. https://www.gespotenpurschuim.nl/.

[44] Kjeldsen P, Scheutz C. *Short- and long-term releases of fluorocarbons from disposal of polyurethane foam waste*. Environ Sci Technol 2003; 37(21): 5071-5079.

[45] Tsai WT. *An overview of environmental hazards and exposure risk of hydrofluorocarbons (HFCs)*. Chemosphere 2005; 61(11): 1539-1547.

[46] European Centre for Ecotoxicology and toxicology of Chemicals. *1,1,1,3,3,-Pentefluoropropane (HFC-245fa) JACC report No.44*. Brussels, 2004.

[47] Rusch GM. *The development of environmentally acceptable fluorocarbons*. Crit Rev Toxicol 2018; 48(8): 615-665.

[48] Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/aegl/hfc-134a-results-aegl-program.

[49] Fleet T, Hanlon, J, Osborne, K e.a. The Norwegian Environment Agency. *Study on environmental and health effects of HFO refrigerants (Publication number: M-917*. 2017.

[50] van der Veen I, de Boer J. *Phosphorus flame retardants: properties, production, environmental occurrence, toxicity and analysis*. Chemosphere 2012; 88(10): 1119-1153.

[51] Environmental Protection Agency. EPA. *Flame retardants used in flexible polyurethane foam and alternatives assessment update*. 2015; EPA 744-R-15-002.

[52] European Chemicals Agency. ECHA. *Screening report an assesment of whether the use of TCEP, TCPP and TDCP in articles should be restricted*. Helsinki,, 2018; 3.

[53] Robert W, Andersen, J, Wood, R e.a. *Ventilation and Re-Occupancy of a Residential Home Sprayed with High Pressure Polyurethane Foam*. 2012.

[54] Robert W, Wood, R, Andersen, J. *Spray Polyurethane Foam Monitoring and Re-Occupancy of High Pressure Open Cell Applications to New Residential Constructions*. 2014.

[55] Bello A, Xue Y, Gore R, Woskie S, Bello D. *Assessment and control of exposures to polymeric methylene diphenyl diisocyanate (pMDI) in spray polyurethane foam applicators*. Int J Hyg Environ Health 2019:

[56] Bilan RA, Haflidson WO, McVittie DJ. *Assessment of isocyanate exposure during the spray application of polyurethane foam*. Am Ind Hyg Assoc J 1989; 50(6): 303-306.

[57] Crespo J, Galan J. *Exposure to MDI during the process of insulating buildings with sprayed polyurethane foam*. Ann Occup Hyg 1999; 43(6): 415-419.

[58] Tian S, Ecoff S, Sebroski J, Miller J, Rickenbacker H, Bilec M. *An indoor air quality evaluation in a residential retrofit project using spray polyurethane foam*. J Occup Environ Hyg 2018; 15(5): 363-375.

[59] RPS advies-en ingenieursbureau bv. *Sprayed PUR foam emissions from crawlspaces*. 2014.

[60] Lesage J, Stanley J, Karoly WJ, Lichtenberg FW. *Airborne methylene diphenyl diisocyanate (MDI) concentrations associated with the application of polyurethane spray foam in residential construction*. J Occup Environ Hyg 2007; 4(2): 145-155.

[61] Lockey JE, Redlich CA, Streicher R, Pfahles-Hutchens A, Hakkinen PB, Ellison GL, et al. *Isocyanates and human health: multistakeholder information needs and research priorities*. J Occup Environ Med 2015; 57(1): 44-51.

[62] Kakooei H, Shahtaheri SJ, Karbasi H-A. *Evaluation of Workers' Exposure to Methylene Diphenyl Diisocyanate (MDI) in an Automobile Manufacturing Company, Iran*. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics 2015; 12(4): 443-449.

[63] Jang ASC, I S;. *Increase in Airway Hyperresponsiveness Among Workers Exposed to Methylene Diphenyldiisocyanate Compared to Workers Exposed to Toluene Diisocyanate at a Petrochemical Plant in Korea*. Am J Ind Med 2000; 37: 663-667.

[64] Mellette MP, Bello D, Xue Y, Yost M, Bello A, Woskie S. *Testing of Disposable Protective Garments Against Isocyanate Permeation From*

Spray Polyurethane Foam Insulation. Ann Work Expo Health 2018; 62(6): 754-764.

[65] Pronk A, Preller L, Raulf-Heimsoth M, Jonkers IC, Lammers JW, Wouters IM, et al. *Respiratory symptoms, sensitization, and exposure response relationships in spray painters exposed to isocyanates*. Am J Respir Crit Care Med 2007; 176(11): 1090-1097.

[66] Naldzhiev D, Mumovic D, Strlic M. *Polyurethane insulation and household products – A systematic review of their impact on indoor environmental quality*. Building and Environment 2020; 169:

[67] Scholten B, Kenny L, Duca RC, Pronk A, Santonen T, Galea KS, et al. *Biomonitoring for Occupational Exposure to Diisocyanates: A Systematic Review*. Ann Work Expo Health 2020; 64(6): 569-585.

[68] Brennen C. *Industrial Hygiene Monitoring of Spray Foam Insulation*. The Woodlands, 2013.

[69] Poppendieck D, Schlegel M, Connor A, Blickley A. *Flame retardant emissions from spray polyurethane foam insulation*.ASTM Special Technical Publication. 2017. 2017.

[70] Havermans JBGA, Houtzager MMG. *Emission of volatiles from Spray Polyurethane Foam (SPF) insulated crawl spaces*.Indoor Air 2014 - 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate. 2014. 2014.

[71] TNO. *Evaluatie van gezondheidsrisico's voor bewoners, op basis van resultaten van metingen in een woning waar SPF-vloerisolatie is aangebracht*. 2013; R10803-16.

[72] Ernstgard L, Sjogren B, Gunnare S, Johanson G. *Blood and exhaled air can be used for biomonitoring of hydrofluorocarbon exposure*. Toxicol Lett 2014; 225(1): 102-109.

[73] Bello A, Carignan CC, Xue Y, Stapleton HM, Bello D. *Exposure to organophosphate flame retardants in spray polyurethane foam applicators: Role of dermal exposure*. Environ Int 2018; 113: 55-65.

[74] Estill CF, Slone J, Mayer AC, Phillips K, Lu J, Chen IC, et al. *Assessment of spray polyurethane foam worker exposure to organophosphate flame retardants through measures in air, hand wipes, and urine*. J Occup Environ Hyg 2019: 1-12.

[75] Estill CF, Slone J, Mayer A, Chen IC, La Guardia MJ. *Worker exposure to flame retardants in manufacturing, construction and service industries*. Environ Int 2020; 135: 105349.

[76] Kjeldsen P, Jensen MH. *Release of CFC-11 from disposal of polyurethane foam waste*. Environ Sci Technol 2001; 35(14): 3055-3063.

[77] LBP Sight. *Resultaten bouwfysisch onderzoek*. 2019; V045682aa.1978DNK.hv.

[78] Bekki K, Uchiyama S, Kunugita N. *Analysis of isocyanates in indoor dust*. Anal Bioanal Chem 2018; 410(18): 4247-4251.

[79] Krone CA, Klingner TD. *Isocyanates, polyurethane and childhood asthma*. Pediatr Allergy Immunol 2005; 16(5): 368-379.

[80] Sugeng EJ, Leonards PEG, van de Bor M. *Brominated and organophosphorus flame retardants in body wipes and house dust,*

and an estimation of house dust hand-loadings in Dutch toddlers. Environ Res 2017; 158: 789-797.

81 Steunpunt Milieu en Gezondheid. *Het Vlaamse humane biomonitoringsprogramma 2016-2020: Referentiewaarden bij jongeren*. 2020.

82 Xu F, Eulaers I, Alves A, Papadopoulou E, Padilla-Sanchez JA, Lai FY, et al. *Human exposure pathways to organophosphate flame retardants: Associations between human biomonitoring and external exposure*. Environ Int 2019; 127: 462-472.

83 RIVM. *Permeatie van contaminanten vanuit grondwater door polyethyleen-drinkwaterleidingen*. Bilthoven, 2016.

84 Verschoor AH, Verschoor, L. *Wijze van onderzoek van personen met gezondheidsklachten na PUR-schuim isolatie in het Expertise Centre Environmental Medicine (ECEMed) van het Rijnstate ziekenhuis in Arnhem*. Gezondheidsraads. 2020.

85 Verschoor AH, Verschoor, L. *Overzicht van gezondheidsklachten na PUR-schuim isolatie van personen onderzocht in het Expertise Centre Environmental Medicine (ECEMed) van het Rijnstate ziekenhuis in Arnhem.* 2020.

86 Redlich CA, Karol MH. *Diisocyanate asthma: clinical aspects and immunopathogenesis*. International Immunopharmacology 2002; 2(2): 213-224.

87 Collins JJ, Anteau S, Conner PR, Cassidy LD, Doney B, Wang ML, et al. *Incidence of Occupational Asthma and Exposure to Toluene Diisocyanate in the United States Toluene Diisocyanate Production Industry*. J Occup Environ Med 2017; 59 Suppl 12: S22-S27.

88 TNO. *Evaluatie van sectoren op basis van werkgerelateerde gezondheidseffecten door stoffenblootstelling*. 2011; V9408.

89 TNO. *Preventie beroepsziekten door stoffen*. 2018.

90 TNO. *Arbobalans 2018 Kwaliteit van de arbeid, effecten en maatregelen in Nederland*. Leiden, 2018.

91 RIVM. *Meldingen van milieugerelateerde gezondheidsklachten bij GGD'en, periode 2017-2018*. 2019; 2019-0132.

92 PUR-expert groep. *Verslag van de hoorzitting van de commissie gespoten PUR-schuim van de Gezondheidsraad* 2019:

93 Meldpunt PURslachtoffers. *Verslag van de hoorzitting van de commissie gespoten PUR-schuim van de Gezondheidsraad* 2019:

94 Rustemeyer T. *Gesprek Prof. Rustemeyer en commissie gespoten PUR-schuim van de Gezondheidsraad*. Gezondheidsraads. 2020.

95 Verschoor L. *Adembenemende contacten…Risico's van polyurethaan schuim (PUR)*. ILD Care Today 2013; 6(2): 6-8.

96 Marshall LW, E.;Abelsohn, A.; Sanborn, M.D';. *Identifying and managing adverse environmental health effects. 1. Taking an exposure history*. CMAJ 2002; 166(8): 1049-1055.

97 Verschoor AH, Verschoor, L. *Verslag van de hoorzitting van de commissie gespoten PUR-schuim van de Gezondheidsraad* 2019.

[98] Dietemann-Molard A, Kopferschmitt-Kubler MC, Meyer PD, Tomb R, Pauli G. *Allergic asthma due to domestic use of insulating polyurethane foam*. Lancet 1991; 338(8772): 953.

[99] Redlich CA, Wilson, L. *A Case Series of Families with Symptoms Associated with Home Polyurethane Spray Foam Insulation*. International conference of Isocyanates and Health. New Haven, CT2013.

[100] Harbison R, D, Bourgeois, M.M. *Hamilton and Hardy's Industrial toxicology*. Villey, 2015.

[101] Arts JH, Mommers C, de Heer C. *Dose-response relationships and threshold levels in skin and respiratory allergy*. Crit Rev Toxicol 2006; 36(3): 219-251.

Commissie

Samenstelling Commissie Gespoten PUR-schuim:

- prof. dr. H.E. van der Horst, hoogleraar huisartsgeneeskunde, Amsterdam UMC, *voorzitter*
- prof. dr. J.H. van Esch, hoogleraar chemische technologie, Technische Universiteit Delft (lid sinds 26 november 2019)
- dr. R.M. Meertens, universitair hoofddocent gezondheidsbevordering, Maastricht universiteit
- dr. R.H.H. Pieters, immunotoxicoloog, IRAS Utrecht, lector Hogeschool Utrecht
- dr. G.B.G.J. van Rooy, bedrijfsarts, Arbo Unie Expertise Centrum voor Toxische stoffen, polikliniek klinische arbeidstoxicologie Nijmegen
- dr. ir. L.A. Smit, milieuepidemioloog, IRAS Utrecht
- dr. R.T. van Strien, medisch milieukundige, GGD Amsterdam
- dr. I. Terreehorst, internist-allergoloog, Amsterdam UMC en DC Kliniek Den Haag
- dr. J.S. van der Zee, longarts, OLVG Amsterdam, Amsterdam UMC

Waarnemers:

- mr. ir. E.J.G.E.M. Bijl, ministerie van BZK, Den Haag (tot en met december 2019)
- ir. J.P.A.J. Verlinden, ministerie van BZK, Den Haag (sinds januari 2020)

Secretarissen:

- dr. M.J. Alssema, Gezondheidsraad, Den Haag
- dr. H.F.G. van Dijk, Gezondheidsraad, Den Haag

De Gezondheidsraad, ingesteld in 1902, is een adviesorgaan met als taak de regering en het parlement ‘voor te lichten over de stand der wetenschap ten aanzien van vraagstukken op het gebied van de volksgezondheid en het gezondheids(zorg)onderzoek’ (art. 22 Gezondheidswet).
De Gezondheidsraad ontvangt de meeste adviesvragen van de bewindslieden van Volksgezondheid, Welzijn en Sport; Infrastructuur en Waterstaat; Sociale Zaken en Werkgelegenheid en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. De raad kan ook op eigen initiatief adviezen uitbrengen, en ontwikkelingen of trends signaleren die van belang zijn voor het overheidsbeleid.
De adviezen van de Gezondheidsraad zijn openbaar en worden als regel opgesteld door multidisciplinaire commissies van – op persoonlijke titel benoemde – Nederlandse en soms buitenlandse deskundigen.

U kunt dit document downloaden van www.gezondheidsraad.nl.

Deze publicatie kan als volgt worden aangehaald:
Gezondheidsraad. Gespoten PUR-schuimisolatie en gezondheid.
Den Haag: Gezondheidsraad, 2020; publicatienr. 2020/24.

Auteursrecht voorbehouden