



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Plastics met gevaarlijke stoffen: recyclen of verbranden?

RIVM Briefrapport 2015-0163
M.P.M. Janssen et al.



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Plastics met gevaarlijke stoffen: recyclen of verbranden?

RIVM Briefrapport 2015-0163
M.P.M. Janssen et al.

Colofon

© RIVM 2015

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

M.P.M. Janssen (auteur), RIVM
J. Spijker (auteur), RIVM
J.P.A. Lijzen (auteur), RIVM
L.G. Wesselink (auteur), RIVM

Contact:
Martien Janssen
Centrum voor Veiligheid van Stoffen en Producten
martien.janssen@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu in het kader van de projecten Stoffen REACH (M/260025/15) en VANG (M/260036/15).

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Plastics met gevaarlijke stoffen: recyclen of verbranden?

Om de hoeveelheid beschikbare grondstoffen minder aan te spreken wordt gestimuleerd om materialen zoveel mogelijk opnieuw te gebruiken in nieuwe producten. Dit draagt bij aan een circulaire economie. Recycling is echter lastig bij materialen die gevaarlijke stoffen bevatten, bijvoorbeeld omdat deze stoffen kankerverwekkend, slecht afbreekbaar of giftig zijn. De neiging bestaat om materialen die dergelijke stoffen bevatten te vernietigen door verbranding. Plastics zijn daar een voorbeeld van.

Het RIVM stelt voor om bij de afweging tussen verbranden of recyclen een breder milieuperspectief voor ogen te houden. Bijvoorbeeld door er rekening mee te houden dat minder energie nodig is om plastics uit een gerecycled product te maken dan nieuw plastic te vervaardigen. Tegelijkertijd moet nadrukkelijk worden gegarandeerd dat mens en milieu niet blootstaan aan gevaarlijke stoffen uit het gerecycled materiaal.

Dit is de conclusie van een onderzoek naar de vraag hoe om te gaan met materialen die gevaarlijke stoffen bevatten. Het rapport schetst de huidige afvalverwerkingspraktijk, de technische achtergrond van de recycling van deze materialen en de complexe wetgeving rond recycling. De dilemma's zijn uitgewerkt in enkele casussen: de brandvertrager HBCDD (hexabroomcyclododecaan) in piepschuim en weekmakers, cadmium en lood in plastic buizen (PVC).

Aanbevolen wordt om voor oplossingen voor te recyclen materialen de wettelijke kaders voor de toelating van stoffen op elkaar af te stemmen. Zo is het raadzaam het afvalbeleid en het beleid voor gevaarlijke stoffen over elkaars werkgebied te laten meedenken en de gehele recycleketen in ogenschouw te nemen om te bepalen waar obstakels zitten.

Kernwoorden: afval, recycling, PVC, EPS, SVHC, gevaarlijke stoffen, uitfasering, zeer zorgwekkende stoffen, HBCDD, DEHP, cadmium

Synopsis

Plastics with hazardous substances: recycling of incineration?

During the last decade the interest in circular economy and thus for recycling has increased considerably. This interest is motivated by the awareness that natural resources are not unlimited and that the extraction of new materials can cause considerable environmental damage.

One of the problems that may occur when recycling materials is that they may contain substances that are hazardous for man and the environment. Thus, the possible advantages of recycling, such as a more energy-efficient and CO₂-efficient production, should be weighed against the effects such substances may deliver.

This report focusses on a few cases where hazardous substances have been incorporated in potential recyclable material: the flame retardant hexabromocyclododecane (HBCDD) in Styrofoam (extruded polystyrene) and plasticiser (DEHP), cadmium and lead in polyvinyl chloride (PVC). The report outlines the technical background about recycling of these materials and the current practice, the complex legislation on recycling and ends with some policy recommendations

Keywords: waste, recycling, PVC, EPS, SVHC, hazardous substances, phasing out, HBCDD, DEHP, cadmium

Inhoudsopgave

Samenvatting – 9

1 Introductie – 21

- 1.1 Materiaal en methoden – 22
- 1.2 Afbakening – 22

2 Effectiviteit stoffenwetgeving – 25

- 2.1 Beleid en wetgeving – 25
- 2.2 Effectiviteit stoffenwetgeving – 27

3 Recycling van PVC en EPS – 29

- 3.1 PVC – 29
 - 3.1.1 Verwijdering van gevaarlijke stoffen uit ingezameld PVC – 30
- 3.2 EPS – 31
 - 3.2.1 Marktvraag – 31
 - 3.2.2 Recycling – 31

4 Recycling van verontreinigd PVC en EPS? – 35

- 4.1 PVC-cadmium – 35
 - 4.1.1 Brusselse beleidsproces – 35
- 4.2 PVC-lood – 36
 - 4.2.1 Brusselse beleidsproces – 36
- 4.3 PVC - weekmakers – 37
 - 4.3.1 Brusselse beleidsproces – 37
- 4.4 EPS - HBCDD – 39
 - 4.4.1 Brusselse en internationale beleidsproces – 39
 - 4.4.2 Recycling van verontreinigd EPS? – 40

5 Van gevaarlijk afval naar erkende grondstof? – 41

- 5.1 Signalen uit de praktijk – 42

6 Conclusies en aanbevelingen – 45

- 6.1 Beeld op basis van de casuïstiek van dit rapport – 45
- 6.2 Wetgeving moet innovatieve zuiveringstechnieken aanmoedigen – 46
- 6.3 Vereenvoudigd beleid om circulariteit te versterken? – 46

Literatuur – 49

Samenvatting

Plastics kunnen toevoegingen bevatten die het stabiel, zachter of brandvertragend maken. Dergelijke stoffen kunnen echter ook gevaarlijk zijn voor mens en milieu. Europees beleid is gericht op het uitbannen van deze gevaarlijke stoffen en de bevordering en ontwikkeling van nieuwe veiligere toevoegingen aan plastics. Die plastics zijn daardoor in de toekomst geschikt om als materiaal te recyclen. Dat bespaart grondstoffen, energie en CO₂.

Kan de bestaande voorraad van plastic met gevaarlijke stoffen dan nog gerecycled worden? De huidige wetgeving laat dat in de regel niet toe, tenzij per toepassing en stof specifieke wettelijke uitzonderingen gecreëerd worden. Dat is niet eenvoudig omdat dan een complexe set van wetten voor stoffen, producten en afvalstoffen op elkaar afgestemd moet worden. Geslaagde voorbeelden daarvan zijn het gebruik van cadmium-houdend gerecycled plastic in bouwkundige toepassingen zoals kabelgoten, raamkozijnen en als tussenlaag in nieuwe PVC-buizen.

In het wetgevingsproces zijn die uitzonderingsclausules voor recycling een reactie op het stoffen- of productenbeleid. Vanuit de circulaire economie gedachte zou het passend zijn om het wetgevingsproces te kantelen, door na te gaan in welke grootschalige toepassingen recycling van verontreinigde plastics toch veilig is voor mens en milieu. Het blootstellingsrisico vanuit specifieke toepassingen staat dan centraal; daaruit zou een minder scherpe specifieke producteis kunnen volgen.

Een goed voorbeeld daarvan is het hergebruik van steenachtig bouw- en sloofafval in Nederland. De producteisen zijn daar afgestemd op de toelaatbare uitloging van verontreinigen naar bodem en grondwater. Dit eenvoudige en transparante beleidskader geeft duidelijkheid aan de markt en heeft geleid tot een hergebruikspercentage van 95%.

Een dergelijke benadering vraagt een wetgevingsproces waarin de stakeholders die nu gescheiden acteren in stoffen, producten en afvalstoffenwetgeving, vroegtijdig met elkaar rond de tafel gaan zitten.

Voor twee casussen in dit rapport zijn in EU-verband nieuwe aangescherpte concentratienormen in voorbereiding. Het betreft lood en hexabroomcyclododecaan (HBCDD). Dit kan de toekomstige recyclebaarheid van PVC en piepschuim gaan beperken. We bevelen aan om voor specifieke grootschalige toepassingen van deze plastics de blootstelling voor mens en milieu te kwantificeren en te beoordelen. Of voor deze productgerichte benadering beleidsruimte gezocht moet worden, kan mede bepaald worden door kwantificering van de CO₂ besparing die recycling oplevert. Een internationale aanpak is nodig op tot die beleidsruimte te komen.

De productie van materialen zoals ijzer, staal, glas, papier, aluminium en plastics is energie-intensief en draagt wereldwijd circa 20% bij aan de mondiale uitstoot van broeikasgassen, zoals CO₂. Recycling van deze materialen is minder energie intensief en vermindert de uitstoot van

CO₂. In het rijtje van genoemde materialen worden plastics het minst gerecycled, in Europa ruwweg 25%. Het Europese en Nederlandse beleid op afval, 'resource efficiency' en de circulaire economie is er daarom op gericht om plastics zoveel en zo lang mogelijk te hergebruiken in de economie.

Plastics kunnen echter toevoegingen bevatten zoals zware metalen, weekmakers of brandvertragers. Dit zijn stoffen die een duidelijke functie hebben in het plastic maar soms gevaarlijk zijn omdat ze niet afbreken, in het milieu ophopen en giftig zijn, of kankerverwekkend zijn. Deze stoffen worden milieugevaarlijk of zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) genoemd; in het Engels Substances of Very High Concern (SVHC).

Het Europese stoffenbeleid is er op gericht om deze ZZS stoffen stapsgewijs te verwijderen uit de economie. Enerzijds door zo'n stof niet meer op de markt toe te laten en anderzijds door afvalstromen, zoals plastics, waarin deze stoffen voorkomen gecontroleerd te verwerken, bijvoorbeeld in afvalverbrandingsinstallaties. Daarbij komt echter de koolstof in plastics vrij als CO₂ en ook het maken van nieuwe plastics kost energie en levert CO₂ emissies op.

Het gaat dus om het vinden van de juiste balans tussen het stimuleren van recycling en het verminderen van de CO₂-uitstoot enerzijds en het verminderen van de hoeveelheid gevaarlijke stoffen in de economie anderzijds. Hoe ligt die balans bij het hergebruik van afvalplastics die gevaarlijke stoffen bevatten?

Dat gaan we in dit rapport na door in meer detail te kijken naar de praktijk van twee plastics, polyvinylchloride (PVC) en expanded polystyrene (EPS). EPS heet in de volksmond piepschuim. In deze plastics zit een viertal gevaarlijke stoffen die onderwerp zijn van dit rapport: cadmium- en loodverbindingen als stabilisator in hard PVC, di-2-ethylhexyl ftalaat (DEHP) als weekmaker in zacht PVC en hexabroomcyclododecaan (HBCDD) als brandvertrager in EPS.

In hun levenscyclus hebben deze plastics te maken met beleid en wetgeving op het terrein van chemische stoffen, afvalstoffen én producten. Ook is het beleidsterrein dynamisch, omdat er in de loop van de tijd nieuwe gevaarlijke stoffen in wetten kunnen worden opgenomen. Waar nieuwe wetgeving op gevaarlijke stoffen in plastics enerzijds een sterke prikkel is voor innovatieve veilige toevoegingen, kan het anderzijds onduidelijkheid geven voor recyclingbedrijven en de afnemers van recycleert over het hergebruik van 'oud' verontreinigd recycleert.

Vanuit deze complexiteit en onzekerheid gaan we na of en hoe het beleid effectief en consistent werkt in het sturen op zowel de veiligheids- als de circulaire doelen.

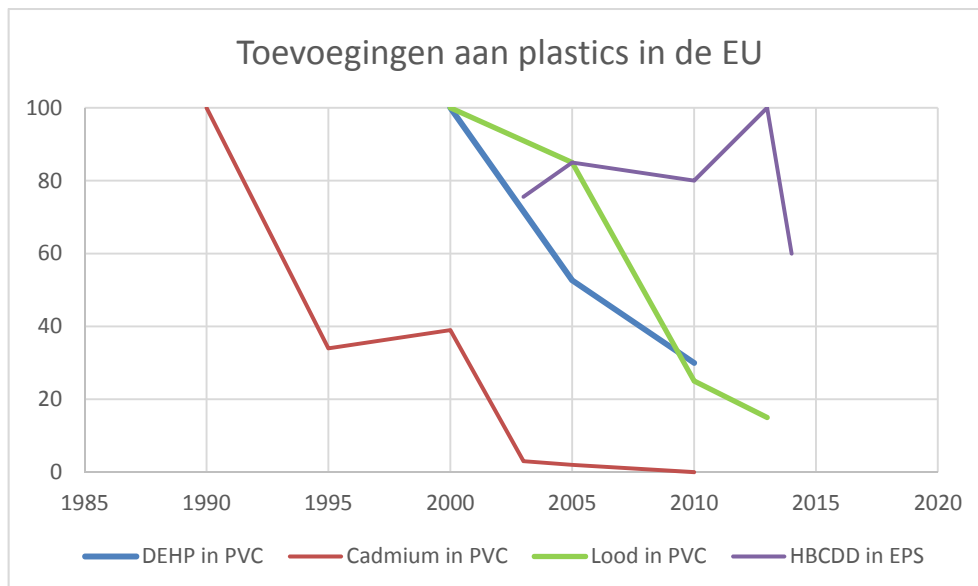
Eerst bespreken we de hoofdconclusies over de uitfasering van gevaarlijke (ZZS en SVHC) stoffen, dan de trends in de recycling van PVC en EPS. Vervolgens kijken we in meer detail naar het 'grensvlak' van stoffen, producten en afvalstoffenwetgeving en doen uit dat

perspectief aanbevelingen over het hergebruik van verontreinigde plastics.

Succesvolle uitfasering gevaarlijke stoffen

Tabel 1 geeft een overzicht van het Europese beleid dat aangrijpt op de plastics en stoffen in deze studie.

De wetgeving, soms in samenhang met vrijwillige afspraken met de industrie (cadmium en lood), heeft geleid tot een snelle en succesvolle afname van de gevaarlijke stoffen in plastics die we in dit rapport bespreken, zie Figuur 1. De HBCDD volumes dalen nog niet, maar producenten geven aan dat alternatieven beschikbaar zijn. De door hen aangevraagde 'autorisatie', een toegestane periode van uitstel, binnen de REACH-wetgeving, moet extra tijd geven die nodig is voor een soepele transitie naar die alternatieven.



Figuur 1 Toevoegingen van DEHP, cadmium- en loodverbindingen aan PVC in de EU, per stof geschaald op 100.

Het beleid op gevaarlijke stoffen leidt dus effectief tot vermindering en uiteindelijk uitbanning van deze stoffen en stuurt daarmee effectief op innovatieve nieuwe toevoegingen aan plastics die veiliger zijn. Een voorbeeld is de vervanging van cadmium- en loodverbindingen als stabilisator in plastics door calcium. Deze plastics zijn daardoor in de toekomst beter recyclebaar.

Tabel 1 Europese Regelgeving op gevaarlijke stoffen in plastics (grotendeels naar COWI et al, 2013)

	Cadmium verbindingen	Lood verbindingen	DEHP	HBCDD
Stoffen	<ul style="list-style-type: none"> • REACH Annex XVII, list of restrictions • REACH Candidate List of SVHC (*) • Classification, Labelling and Packaging (CLP) Regulation (of hazardous substances) Annex VI 	<ul style="list-style-type: none"> • REACH Annex XVII, list of restrictions • REACH Candidate List of SVHC (*) • REACH Annex XIV, list of authorizations • Classification, Labelling and Packaging (CLP) Regulation (of hazardous substances) Annex VI 	<ul style="list-style-type: none"> • REACH Annex XVII, list of restrictions • REACH Candidate List of SVHC (*) • REACH Annex XIV, list of authorizations • Classification, Labelling and Packaging (CLP) Regulation (of hazardous substances) Annex VI 	<ul style="list-style-type: none"> • REACH Annex XIV, list of authorizations • REACH Candidate List of SVHC (*) • POP Regulation (EC) No 850/2004 (**) • Classification, Labelling and Packaging (CLP) Regulation (of hazardous substances) Annex VI
Producten	<ul style="list-style-type: none"> • Directive 2009/48/EC related to toy safety. • Directive 2005/90/EC on the marketing/use of certain dangerous substances and preparations. • Directive 2002/72/EC relating to plastic materials in contact with food • Directive 2000/53/EC on End of Live Vehicles (ELV) • Directive 2011/65/EC on Restriction of Hazardous Substances (RoHS) • Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging 	<ul style="list-style-type: none"> • Directive 2009/48/EC related to toy safety. • Directive 2005/90/EC on the marketing/use of certain dangerous substances and preparations. • Directive 2002/72/EC relating to plastic materials in contact with food • Directive 2000/53/EC on End of Live Vehicles (ELV) • Directive 2011/65/EC on Restriction of Hazardous Substances (RoHS) • Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging 	<ul style="list-style-type: none"> • Directive 2009/48/EC related to toy safety. • Directive 2005/90/EC and 2005/84/EC on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations • Directive 93/42/EEC on medical devices • Directive 2002/72/EC relating to plastic materials in contact with food 	<ul style="list-style-type: none"> • Directive 2002/72/EC relating to plastic materials in contact with food

	Cadmium verbindingen	Lood verbindingen	DEHP	HBCDD
	waste	waste		
Afvalstoffen	<ul style="list-style-type: none"> • Directive 2008/98/EC on Waste, refererend naar CLP regulation en POP Regulation (EC) No 850/2004 	<ul style="list-style-type: none"> • Directive 2008/98/EC on Waste, refererend naar CLP regulation en POP Regulation (EC) No 850/2004 	<ul style="list-style-type: none"> • Directive 2008/98/EC on Waste, refererend naar CLP regulation en POP Regulation (EC) No 850/2004 	<ul style="list-style-type: none"> • POP Regulation (in prep.) • Directive 2012/19/EU on electronic waste

(*) enkele lood verbindingen zijn al opgenomen in Annex XIV

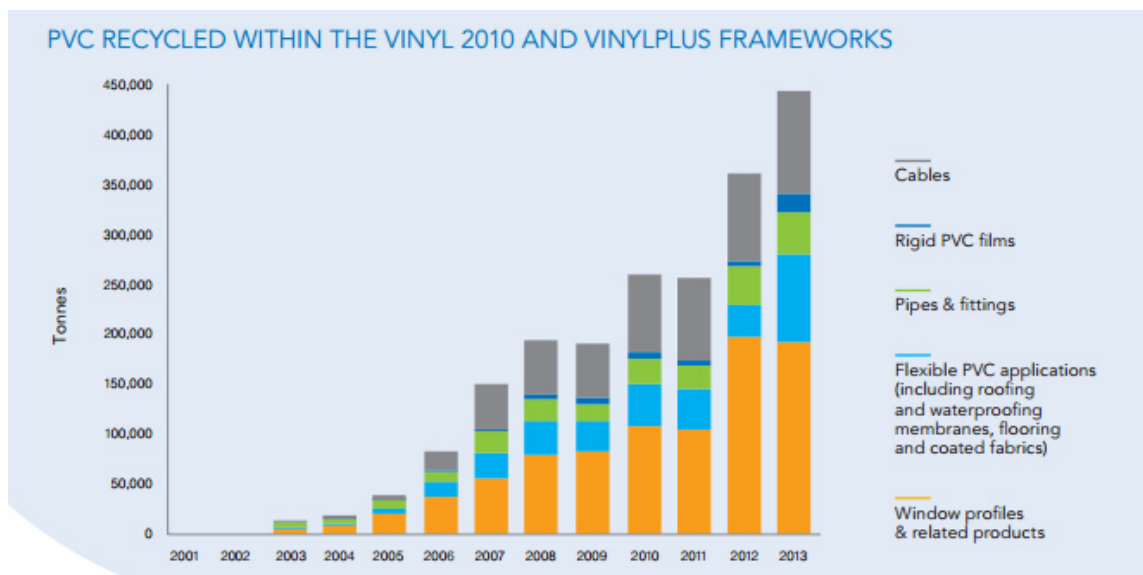
(**) POPS: persistent organic pollutants.

Recycling van PVC en EPS, trends

PVC

Figuur 2 toont de ontwikkeling in de Europese recycling van PVC, onderscheiden in hard en zacht PVC. De recycling neemt toe en de PVC industrie, verenigd in het programma Vinylplus, geeft aan op koers te zijn naar de doelstelling van 0,8 Mton PVC recycling in 2020.

Hoeveel PVC jaarlijks als afval vrijkomt is niet bekend. De totale jaarlijkse hoeveelheid plastic afval in de EU wordt geschat op 25,9 Mton. We schatten dat ruwweg 10,5 % daarvan PVC is. De doelstelling van 800.000 ton PVC recycling in 2020 zou daarmee circa 30% van de hoeveelheid vrijkomend PVC afval bedragen.



Figuur 2 PVC recycling in de EU (bron: Vinylplus progress report, 2014a)

EPS (Nederland)

Het EPS (piepschuim) dat in Nederland als afval vrij komt bestaat uit twee hoofdstromen, circa twee derde verpakkingsafval en een derde isolatiemateriaal. De gebruikperiode van verpakkingen is heel kort, waarschijnlijk vaak korter dan een jaar, terwijl die van isolatiematerialen

in huizen en gebouwen tientallen jaren kan zijn. EPS uit verpakkingen wordt op dit moment voor een groot deel gerecycled, met name naar isolatietoepassingen in de bouw (Stybenex, 2013).

Op dit moment wordt EPS in isolatiemateriaal nauwelijks gerecycled en vooral verbrand in AVI's. Dat komt door de relatief lage afval volumes, het ontbreken van een inzamelingsstructuur en relatief hoge transportkosten, door het lichte gewicht. Door de lange levensduur van EPS in isolatie-toepassingen zullen de grote voorraden piepschuim in woningen en gebouwen in de komende decennia geleidelijk als afval vrijkomen.

Recycling van verontreinigd PVC en EPS?

Gevaarlijke stoffen worden succesvol uitgefaseerd en de recycling van in ieder geval PVC neemt toe. Gaan veiligheids- en circulaire doelen als vanzelf samen of zit er spanning op het grensvlak? Wat zijn bijvoorbeeld de potentiële recycling mogelijkheden voor HBCDD-houdend isolatie-EPS dat in de toekomst in grote hoeveelheden bij renovatie en sloop vrij gaat komen?

Uitgangspunt van het huidige EU Chemische stoffenbeleid is, dat (nieuwe) concentratielimiten voor gevaarlijke stoffen die worden vastgelegd in stoffen en/of -productenbeleid óók van toepassingen zijn op recycleert van oude producten waarin die stoffen 'destijds' nog wel waren toegestaan. Het verwerken en hergebruik van verontreinigd plastic recycleert is daarmee alleen bij wettelijke uitzondering toegestaan. Hoe dat per plastic en gevaarlijke stof werkt illustreren we hieronder in meer detail.

PVC - cadmium

Cadmium toevoegingen stabiliseren PVC. Het materiaal is daardoor beter bestand tegen warmte en vertering door UV-straling. Cadmium is echter kankerverwekkend en toxisch voor het aquatisch milieu en wordt daarom op basis van vrijwillige afspraken met de industrie sinds een aantal jaren niet meer toegepast in de EU (zie Figuur 1). Bij de totstandkoming van de Europese REACH wetgeving voor chemische stoffen in 2006 is vastgelegd dat Cd-gehalten in PVC producten niet hoger dan 0,01 gewichtsprocent mogen zijn. Begin negentiger jaren was deze concentratiegrens al vastgelegd in de voorganger van REACH, de bestaande stoffen richtlijn(1976/769/EEG). In 2011 is de grens voor gerecycled materiaal in specifieke toepassingen verhoogd tot 0,1%. Daarmee werd ruimte gegeven aan de recycling van PVC afval in specifieke toepassingen voor gebouwen, zoals kabelgoten, raamkozijnen, deuren en goten en als tussenlaag in buizen voor niet-drinkwatertoepassingen. Wanneer gerecycled PVC in deze producten wordt toegepast moet dat met een speciaal label worden aangeduid. Deze uitzondering, een zogenaemde derogatie, wordt in 2017 geëvalueerd.

PVC - lood

Ook lood is een veel gebruikte stabilisator in PVC. Mede door wetgeving in individuele EU-lidstaten over toepassing van loodhoudende drinkwaterleidingen, heeft de Europese industrie op vrijwillige basis afgesproken dat het gebruik van lood als stabilisator in PVC per 2015

wordt uitgebannen. Daarnaast is het gebruik van lood in elektrische en elektronische apparatuur, verpakkingen en nieuwe auto's ook wettelijk gereguleerd, zie Tabel 1. Dit heeft geleid tot een sterke afname in het gebruik van loodverbindingen in PVC, zie Figuur 1, en de introductie van calcium-houdende stabilisatoren als vervanger.

Sinds 2012 staan loodverbindingen die in PVC worden toegepast op de zogenoemde kandidatenlijst van de REACH-verordening. Vanuit de kandidatenlijst kan een stof in de toekomst als SVHC stof worden aangemerkt onder Annex XIV van REACH. Mocht dat gebeuren, dan zal het maximum toelaatbare gehalte aan lood in nieuwe producten waarschijnlijk 0,1 gewichtsprocent zijn. Hierop vooruitlopend waarschuwt de Europese PVC branche voor een potentiële toekomstige rem op de recycling van PVC. Tauw (Ooms and Cuperus, 2013) geeft in een onderzoek voor de PVC-sector aan dat de belangrijkste knelpunten in recycling verdwijnen wanneer lood in een gehalte van 1% wordt toegestaan in toepassing als raamprofielen, vloeren en buizen (uitgezonderd drinkwater).

PVC - weekmakers

Zacht PVC heeft deze eigenschap door de weekmakers die zijn toegevoegd, in gewichtspercentages variërend van 1 tot 30%. Di-2-ethylhexyl ftalaat (DEHP) was tot recentelijk de meest gebruikte weekmaker in zachte PVC plastics. Vanwege de toxiciteit voor reproductie werd DEHP in 2008 als SVHC op de kandidatenlijst van de REACH-verordening gezet. In 2011 werd DEHP opgenomen in de zogenoemde autorisatielijst, Annex XIV, van REACH. Daarmee is de toepassing van DEHP in PVC in de EU vanaf 2015 verboden, tenzij geautoriseerd voor specifieke toepassingen. Daarnaast wordt DEHP gereguleerd door productwetgeving voor speelgoed, voedselverpakkingen, cosmetica en elektrische en elektronische apparatuur, zie Tabel 1.

Bovengenoemde wetgeving heeft inmiddels geleid tot een sterke afname in het gebruik van DEHP (zie Figuur 1) en vervanging door andere, veilige weekmakers in PVC. In 2014 en 2015 zijn twee autorisaties verleend voor specifieke toepassingen van DEHP, respectievelijk voor de vervaardiging van rotorbladen voor vliegtuigmotoren en gebruik van DEHP bij de productie van vaste stuwstoffen en motorvullingen voor raketten en tactische raketten. Verder loopt er nog een besluitvormingsprocedure voor het verlenen van autorisatie aan een aantal andere bedrijven, onder andere voor toepassing van gerecycleerd zacht PVC met DEHP als weekmaker in de productie van nieuwe voorwerpen.

Voor DEHP geldt onder REACH een uitzondering van autorisatieplicht bij toepassing van DEHP in mengsels van maximaal 0,3% en dus in nieuwe producten die uit deze mengsels worden gemaakt. Er bestaat voornamelijk geen commercieel haalbaar proces dat DEHP voldoende kan verwijderen uit PVC. Dit betekent dat de enige wettelijke route van verontreinigd zacht PVC-afval die van verbranding is, met eventueel nuttig gebruik van warmte, of van hoge temperatuur ontleding van PVC polymeren tot nieuwe grondstof voor de chemie. Energetisch is dat ongunstiger dan het direct recyclen van PVC in nieuwe producten.

Enkele Europese recycling bedrijven hebben daarom autorisatie aangevraagd om ingezameld zacht PVC te mogen verwerken voor gebruik in onder andere constructiematerialen (buiten), vloeren, matten, schoenzolen en tuinslangen. Hiervoor heeft ECHA de Europese Commissie geadviseerd om voor 7 jaar autorisatie te verlenen.

EPS - HBCDD

EPS uit verpakkingen bevat hoogstwaarschijnlijk geen gevaarlijke stoffen en wordt op dit moment al voor een groot deel gerecycled, voornamelijk naar isolatietoepassingen in de bouw. Isolatie EPS, toegepast in de gebouwde omgeving bevat hexabroomcyclododecaan (HBCDD). Dit is een broomhoudende brandvertrager met een duidelijke veiligheidsfunctie: brand vertragen. Recentelijk is echter aangetoond dat deze stof persistent, bio-accumulerend en toxisch is (PBT) in het kader van REACH, voldoet aan de POP criteria van het Verdrag van Stockholm en de Europese POP Verordening, en dus milieugevaarlijk is. Via diverse wetgevingstrajecten is gewerkt aan normstelling en uitfasering van HBCDD:

- In 2008 is HBCDD als SVHC op de kandidaatslijst onder de REACH verordening gezet. In 2011 werd HBCDD toegevoegd aan de autorisatielijst van REACH (Annex XIV). Dat betekent dat HBCDD gebruikt kan worden tot de "sunset date" in augustus 2015 en het gebruik daarna alleen nog is toegestaan wanneer het door de Europese Commissie geautoriseerd wordt. Een aanzienlijk deel van de marktpartijen in de EU heeft die autorisatie aangevraagd voor toepassing van HBCDD in isolatie EPS. De autorisatie is nog niet verleend: ECHA¹ heeft een overgangperiode geadviseerd van 2 jaar. Alternatieven voor HBCDD zijn beschikbaar, maar aanvragers van de autorisatie geven aan dat extra tijd nodig is voor een soepele transitie naar die alternatieven.
- In 2013 besloot de Stockholm Conventie over Persistent Organic Pollutants (POPs) om HBCDD op te nemen in de Annex A van het Verdrag, gericht op eliminatie. Daarin is een uitzondering opgenomen voor HBCDD in isolatie EPS. Die uitzondering geldt voor 5 jaar.
- Besluiten onder de POP conventie worden overgenomen in de Europese POP-verordening en worden daarmee wetgeving voor de EU-landen. Dit proces loopt parallel aan de autorisatie van HBCDD onder REACH. In het kader van die POP-verordening wordt op dit moment overlegd over het HBCDD-gehalte waarboven afval wordt beschouwd als 'POP-afval' en dusdanig verwerkt moet worden zodat HBCDD vernietigd wordt. In de lopende discussie gaat het over gehalten in de bandbreedte van 0,01% tot 0,1%. Daarnaast is er discussie over welk onbedoeld restgehalte er als onzuiverheid nog aanwezig mag zijn in nieuwe producten die op de markt worden gezet (inclusief recycleert). De door de Commissie voorgestelde waarde daarvoor was 0,001%. Dit voorstel is op 26 mei jl. door een meerderheid van lidstaten

¹ Het Europees Agentschap voor chemische stoffen (ECHA) ondersteunt de Europese Commissie bij de tenuitvoerlegging van de EU-wetgeving inzake chemische stoffen.

verworpen; een nieuw voorstel van september 2015 gaat uit van 0,01%. Een besluit hierover moet nog genomen worden.

Onder zowel REACH als de POP conventie (en daaruit volgende EU wetgeving) wordt dus duidelijk en consistent richting gegeven aan de uitfasering van HBCDD uit de economie, zie Figuur 1.

Recycling van verontreinigd EPS?

Isolatie EPS bevat HBDD-gehalten van 0,7%. De nu nog experimentele 'solvolyse' technologie kan dat HBCDD gehalte in EPS potentieel tot circa 1/100ste van het oorspronkelijke gehalte verlagen. Het marktperspectief van deze technologie zal sterk bepaald worden door de definitieve concentratielimiet voor het toelaatbare restgehalte in recycalaat. Bij de nu voorgestelde waarde van 0,001% is dat marktperspectief niet gunstig omdat deze waarde onder de waarde ligt die door middel van solvolyse kan worden bereikt.

Van gevaarlijk afval naar erkende grondstof?

Wanneer een gevaarlijke stof in recycalaat, bij uitzondering, toch verwerkt mag worden in nieuwe producten, is de vraag hoe de afvalstoffenwetgeving daarop is ingericht. Dat laat zich als volgt samenvatten.

Allereerst geldt dat de REACH en CLP verordeningen communicatie-eisen stellen in de keten rond de milieu- en gezondheidsrisico's van stoffen. Wanneer die informatieketen in de afvalfase wordt verbroken, bijvoorbeeld omdat afval uit onbekende bronnen wordt aangeleverd, moeten verontreinigingen en de risico's daarvan door de producent van recycalaat opnieuw worden vastgesteld; waar nodig door metingen. Daaruit moet ook blijken of er sprake is van gewoon afval of van gevaarlijk afval.

In algemene zin gelden onder de afvalstoffenwetgeving specifieke (administratieve) regels en vergunningsprocedures voor het verwerken, toepassen en vervoeren van afvalstoffen. Deze regels blijven formeel gelden zolang een afvalstroom niet expliciet, wettelijk, van het predicaat afval is ontdaan.

Dat laatste kan via het mechanisme van zogenoemde 'einde afvalcriteria' (End of Waste, EoW) onder de Europese afvalstoffenrichtlijn, artikel 6. Juridisch gezien wordt een afvalstof weer grondstof wanneer aan de EoW criteria wordt voldaan. Europese EoW-criteria zijn vastgesteld voor metaalschroot en ingezameld glas. Wanneer EoW criteria op EU-niveau ontbreken, mag een lidstaat die ook zelf opstellen. In Nederland zijn ze recentelijk vastgesteld voor steenachtig bouw- en sloopafval. Voor plastic afval heeft de Commissie recentelijk een criteriadocument opgesteld, maar dit heeft nog niet geleid tot het wettelijk vastleggen van EoW-criteria. Deze criteria zijn er ook niet voor Nederland.

Het genoemde Commissie document geeft aan dat plastic recycalaat alleen een EoW status kan krijgen wanneer het oorspronkelijke plastic

afval niet als gevaarlijk afval dient te worden beschouwd op basis van de CLP- en de POP-verordening² en het recycklaat onder de REACH verordening toegestaan is op de markt³. In de praktijk betekent dit voor de casussen die we in onze studie bespreken dat het hergebruik van cadmium-houdend plastic recycklaat in specifieke toepassingen aan die criteria voldoet en dus formeel tot grondstof zou mogen worden verklaard. Dat geldt ook voor geautoriseerde toepassingen van DEHP-houdend plastic recycklaat, indien de Commissie en de lidstaten positief besluiten over het ingediende autorisatie-verzoek.

Voor de casus lood in PVC ligt de situatie anders. Vooruitlopend op mogelijke nieuwe REACH-wetgeving waar een maximaal loodgehalte van 0,1% kan gaan gelden (SVHC status), stelt de PVC sector dat een limiet van 1% lood gehalte nodig is om recycling van PVC in bouwmaterialen te garanderen. Die waarde ligt ruim boven de geldende grenswaarde voor gevaarlijk afval van 0,1%. Om recycling van loodhoudend PVC afval mogelijk te maken zal een REACH uitzonderingsclausule nodig zijn. Parallele aanpassing van de gevaarlijk afval grenswaarde zal nodig zijn om loodhoudend PVC afval een formele grondstoffen status te kunnen verlenen.

Deze voorbeelden illustreren dat het omzetten van gevaarlijke afvalstoffen in grondstoffen juridisch mogelijk is, maar ook complex kan zijn.

Conclusies en aanbevelingen

Uit de casuïstiek in dit rapport ontstaat het volgende beeld.

De recycling van plastics met gevaarlijke stoffen heeft te maken met drie soorten wetgeving, voor stoffen, voor producten en voor afval. Die zijn, begrijpelijkerwijs vanuit hun historie, ieder primair afgestemd op hun eigen domein. Kenmerken daarvan zijn:

- Uitgangspunt van de stoffenwetgeving in REACH of de POP-verordening, gebaseerd op de CLP gevaarsclassificatie, is dat er één concentratielimiet (norm) geldt voor een stof, voor alle producten. Daarbij wordt in principe geen onderscheid gemaakt tussen toelaatbare verontreinigingen in 'maagdelijke' en gerecyclede grondstoffen voor nieuwe producten.
- Nieuwe gevaarlijke stoffen, of aanscherping van bestaande normen, kunnen via verschillende routes in wetgeving komen, via internationale conventies, via specifieke producten-wetgeving of via de REACH verordening.
- Aan die verschillende wetgevingsroutes liggen verschillende risicoschattingsmethoden voor gevaarlijke stoffen ten grondslag. Dat maakt dat normen uit verschillende wetgevingen niet bij voorbaat op elkaar zijn afgestemd.
- Om formeel de status 'End of Waste' (Einde Afval) te krijgen moet daarom aan alle van toepassingen zijnde wetgevingen worden voldaan.

² De Waste Framework Directive definieert chemisch afval, maar doet dat op basis van de CLP en POP verordeningen.

³ In 2008 heeft de Europese Commissie op vragen vanuit het parlement geantwoord dat recycklaat zowel als stof, als mengsel of als voorwerp op de markt kan worden gebracht (EC, 2008).

Dit complexe samenspel leidt er in de praktijk toe dat er alleen tijdelijke uitzonderingen, per stof en toepassing, worden gemaakt om plastics met historische verontreinigingen toch te kunnen recyclen, om daarmee primaire grondstoffen te besparen.

Geslaagde voorbeelden daarvan zijn het gebruik van cadmiumhoudend gerecycled plastic in bouwkundige toepassingen zoals kabelgoten, raamkozijnen en als tussenlaag in nieuwe PVC-buizen. Hiervoor is aangetoond dat een ruimere normstelling toelaatbaar is omdat de risico's van cadmium voor mens en milieu beperkt blijven; ook omdat deze producten waar mogelijk in dezelfde productgroepen worden hergebruikt ('closed loop') waardoor verontreinigingen niet diffuus in andere producten verdwijnen. Voor lood in hard-PVC zal beoordeeld moeten worden of een zelfde uitzonderingssituatie mogelijk is.

Wetgeving moet innovatieve zuiveringstechnieken aanmoedigen
HBCDD houdend isolatiepiepschuim zal binnenkort door wetgeving van de Europese markt verdwijnen. Het is echter in heel grote hoeveelheden in huizen en gebouwen aanwezig en zal bij renovatie- en sloopwerkzaamheden in de komende tientallen jaren geleidelijk, maar in grote hoeveelheden, vrijkomen.

Het nog experimentele Solvolyse proces kan HBCDD in EPS zuiveren tot 1% van de oorspronkelijk toegepaste hoeveelheid. Dat is echter onvoldoende om als toegestaan recycleaat te worden aangemerkt onder de komende aanpassing van de POP-verordening. Het marktperspectief van deze potentiële recyclingstechnologie neemt daardoor af; een illustratie van de spanning tussen het stimuleren van recycling enerzijds en het verminderen van de hoeveelheid gevaarlijke stoffen in de economie anderzijds.

Vereenvoudigd beleid om circulariteit te versterken?

Het creëren van wettelijke ruimte voor het veilig recyclen van plastics met gevaarlijke stoffen is een reactie op de complexe wetgeving rond stoffen en producten die in een eerdere fase is ingezet.

Een omgekeerde benadering, die recycling en circulariteit centraal stelt, zou zijn om met verschillende stakeholders uit de domeinen van stoffen, producten en afvalstoffen na te gaan in welke specifieke toepassingen recycling veilig is voor mens en milieu. Het primaire afwegingskader voor veilig toepassen is dan de blootstellingspotentie van specifieke toepassingen. Parallel zou inzichtelijk gemaakt kunnen worden welke energiebesparing en vermindering van de CO₂ uitstoot het veilig recyclen naar zo'n specifieke toepassing oplevert ten opzichte van de verhoogde blootstelling die de specifieke recycling toepassingen geeft wanneer deze wordt toegelaten op de markt.

Een dergelijke benadering vraagt een proces waarin de stakeholders die nu gescheiden acteren in stoffen, producten en afvalstoffenwetgeving, vroegtijdig met elkaar rond de tafel gaan zitten. Op die manier kan er een gezamenlijk beeld ontstaan en eerder duidelijkheid gecreëerd worden over veranderingen in wetgeving ten behoeve van een veilige en circulaire economie.

Een goed voorbeeld daarvan is het hergebruik van steenachtig bouw- en sloopafval in Nederland. De milieuveilige toepassing daarvan wordt alleen bepaald door het Besluit Bodemkwaliteit. Die beschrijft de maximaal toelaatbare uitloging van meerdere verontreinigen vanuit hergebruikte afvalstoffen naar bodem en grondwater. Dit eenvoudige en transparante beleidskader geeft duidelijkheid aan de markt en heeft geleid tot een hergebruikspercentage van 95%.

De randvoorwaarden voor die succesvolle benadering van het vergroten van de circulariteit zijn in Figuur 3 samengevat in een conceptueel model (de 'sandwich') voor optimale recycling. Daarin worden (1) heldere algemene beleidsrandvoorwaarden vertaald naar (2) eenduidige productcriteria. Voor het (her)gebruik van materialen en producten is daarbij een (3) product-specifieke risicobeoordeling van belang die (4) maatschappelijk wordt geaccepteerd. Last-but-not-least (5) moet de inzameling van afval en verwerking tot grondstof uiteraard (bedrijfs)economisch haalbaar zijn of kunnen worden.

Een dergelijk conceptueel model kan een hulpmiddel zijn in het hierboven genoemde stakeholder proces, omdat het verschillende stakeholders, vanuit hun eigen deelterrein overzicht geeft op het hele systeem. Dat kan helpen bij het vinden van oplossingsrichtingen.



Figuur 3 Illustratie van de 'sandwich' voor optimale recycling

1 Introductie

Op beleidsniveau is er de laatste vijf jaar een toenemende belangstelling voor het circulair maken van de economie en daarmee voor recycling. In Juni 2013 heeft de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu de Tweede Kamer geïnformeerd over het programma Van Afval naar Grondstof (VANG). Dit programma is de Nederlandse implementatie van het Europese programma naar een grondstoffen efficiënt Europa: Roadmap to a Resource Efficient Europe, COM (2011) 571. Duurzaamheid en het streven naar een circulaire economie zijn belangrijke pijlers onder dit beleid. Als belangrijkste kenmerken van een circulaire economie worden in de Kamerbrief genoemd:

- optimaal gebruik van grondstoffen;
- geen afval, geen emissies;
- duurzaam gebruik van bronnen.

Eén van de operationele doelstellingen die de Staatssecretaris in haar brief noemt is het bestaand afvalbeleid richten op circulaire economie en innovatie en het wegnemen van mogelijke knelpunten.

De productie van materialen zoals ijzer, staal, glas, papier, aluminium en plastics is energie-intensief en draagt wereldwijd circa 20% bij aan de mondiale uitstoot van broeikasgassen, zoals CO₂ (Ecofys, 2013). Recycling van deze materialen bespaart CO₂. In het rijtje van genoemde materialen worden plastics het minst gerecycled, in Europa ruwweg 25% (Plastics Europe, 2015). Het Europese en Nederlandse beleid op afval, 'resource efficiency' en de circulaire economie is er daarom op gericht om plastics zoveel en zo lang mogelijk te hergebruiken in de economie.

Plastics kunnen echter toevoegingen bevatten zoals zware metalen, weekmakers of brandvertragers bevatten. Dit zijn stoffen die een duidelijke functie hebben in het plastic maar soms gevaarlijk zijn omdat ze niet afbreken, in het milieu ophopen, giftig of kankerverwekkend zijn. Deze stoffen worden milieugevaarlijk of zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) genoemd; in het Engels Substance of Very High Concern (SVHC).

Het Europese chemische stoffenbeleid is er op gericht om deze ZZS stoffen stapsgewijs te verwijderen uit de economie. Enerzijds door zo'n stof niet meer op de markt toe te laten en anderzijds door afvalstromen, zoals plastics, waarin deze stoffen voorkomen gecontroleerd te verwerken, bijvoorbeeld in afvalverbrandingsinstallaties. Daarbij komt echter de koolstof in plastics vrij als CO₂ en het ook het maken van nieuwe plastics kost energie en levert CO₂ emissies op.

Het gaat dus om het vinden van de juiste balans tussen het stimuleren van recycling en het verminderen van de CO₂-uitstoot enerzijds en het verminderen van de hoeveelheid gevaarlijke stoffen in de economie anderzijds. Hoe ligt die balans bij het hergebruik van afvalplastics die gevaarlijke stoffen bevatten?

Dat gaan we in dit rapport na door in meer detail te kijken naar de praktijk van twee plastics, polyvinylchloride (PVC) en expanded polystyrene (EPS). EPS heet in de volksmond piepschuim. In deze

plastics zit een viertal gevaarlijke stoffen: cadmium- en loodverbindingen als stabilisator in hard PVC, di-2-ethylhexyl ftalaat (DEHP) als weekmaker in zacht PVC en hexabroomcyclododecaan (HBCDD) als brandvertrager in EPS.

In hun levenscyclus hebben deze plastics te maken met beleid en wetgeving op het terrein van chemische stoffen, afvalstoffen én producten. Ook is het beleidsterrein dynamisch, omdat er in de loop van de tijd nieuwe gevaarlijke stoffen in wetten kunnen worden opgenomen. Waar nieuwe wetgeving op gevaarlijke stoffen in plastics enerzijds een sterke prikkel is voor innovatieve veilige toevoegingen, kan het anderzijds onduidelijkheid geven aan recyclingbedrijven en de afnemers van recycalaat over het hergebruik van 'oud' verontreinigd recycalaat.

Vanuit deze complexiteit en onzekerheid gaan we na of en hoe het beleid effectief en consistent werkt in het sturen op zowel de veiligheids- als de circulaire doelen.

Eerst bespreken we de hoofdconclusies over de uitfasering van gevaarlijke (ZZS en SVHC) stoffen, dan de trends in de recycling van PVC en EPS. Vervolgens kijken we in meer detail naar het 'grensvlak' van stoffen, producten en afvalstoffenwetgeving en doen van daaruit aanbevelingen over het hergebruik van verontreinigde plastics.

1.1 Materiaal en methoden

De casussen zijn geselecteerd door allereerst een lijst samen te stellen van stoffen die op annex XIV (autorisatieplichtig) en annex XVII (restricties) van de REACH verordening staan en stoffen die zijn opgenomen in de Europese POP Verordening (EC 850/2004). Op basis van expert judgement zijn vervolgens stoffen geselecteerd die mogelijk in voorwerpen zouden kunnen voorkomen en daarbij een probleem zouden kunnen vormen bij de afvalverwerking/recycling. De lijst is daarna doorgesproken met de beheerders van de afvalstoffendatabase bij Rijkswaterstaat.

Op advies van beleidsmedewerkers bij het Ministerie van IenM is een keuze gemaakt voor de weekmaker DEHP in PVC en de brandvertrager hexabroomcyclododecaan (HBCDD) in polystyreen (EPS). Beide casussen waren in 2014 actueel vanwege de autorisatieverzoeken voor DEHP en HBCDD onder REACH en de voorstellen voor een HBCDD concentratienorm onder de Europese POP verordening. Voor beide casussen is gebruik gemaakt van praktijk-ervaring binnen het RIVM en is relevante literatuur verzameld. In de literatuursearch naar DEHP en PVC bleek ook dat de ontwikkelingen voor cadmium- en loodverbindingen in PVC interessant waren en een nuttige aanvulling vormden op de informatie voor DEHP. Daarom zijn cadmium en lood eveneens meegenomen in de beschrijving van de recycling van PVC.

1.2 Afbakening

Twee onderwerpen die relevant zijn m.b.t. gevaarlijke stoffen in plastics komen in dit rapport niet aan de orde:

- We gaan niet in op de gevolgen van de afvalstatus van plastic recycalaat met gevaarlijke stoffen voor de verplichtingen t.a.v.

administratie, vergunningen (omgevingsrecht) en grensoverschrijdend transport (EVOA). Deze gevolgen zijn extra pregnant in geval van een 'gevaarlijk afval' status.

- Autorisatie onder REACH kan het op de markt zetten van gevaarlijke stoffen beperken of verbieden. Van buiten de EU geïmporteerde producten ('Voorwerpen' in REACH termen) kunnen echter nog steeds verhoogde concentraties gevaarlijke stoffen bevatten die voor Europese producten verboden zijn. Hiervoor geldt binnen REACH wel een meldingsplicht. De import van buiten de EU zal niet worden behandeld in dit rapport.

2 Effectiviteit stoffenwetgeving

2.1 **Beleid en wetgeving**

Tabel 2 geeft een overzicht van het Europese beleid dat aangrijpt op de plastics en stoffen in deze studie. In de levenscyclus van product naar afval en terug naar grondstof heeft een materiaal te maken met verschillende wetten:

- Een stof als zodanig, of in mengsels of voorwerpen, moet voldoen aan de veiligheidseisen die de REACH verordening stelt. Staat een stof als ZZS (SVHC) stof op de Annex XVII lijst van REACH dan mag het alleen op de Europese markt wanneer de productie is geautoriseerd of een specifieke toepassing is opgenomen in de Annex XIV met restricties.
- Andere wetgeving die doorwerkt op het toelaatbare gebruik van chemische stoffen in producten zijn specifieke product richtlijnen, voor bijvoorbeeld voedselverpakkingsmateriaal, electronica en auto's (zie Tabel 2) en de Europese POP verordening.
- Bij hergebruik van afval moeten de risico's van het hergebruik of de gerecyclede materialen voor mens en milieu beperkt worden (artikel 6.1.d, Waste Framework Directive (WFD)). De regels voor het verwerken van gevaarlijk afval zijn daarbij strikter dan die voor niet-gevaarlijk afval.
- De classificatie tot gevaarlijk afval is voor CMR-stoffen gebaseerd op de principes van het Globally Harmonised System zoals in Europa geïmplementeerd door Classificatie, labelling en packaging (CLP) verordening 2008/1272/EG. Voor zogenaamde POP- stoffen is de classificatie tot gevaarlijk afval primair gebaseerd op de POP-verordening. Dit is vastgelegd in Commissie beslissing 2014/955/EG. Dat geldt in dit rapport bijvoorbeeld voor HBCDD. De classificatie die in REACH gehanteerd wordt voor 'Substances of Very Hazardous Concern' (SVHCs) op basis van hun CMR-eigenschappen is eveneens gebaseerd op de CLP verordening.

Figuur 4 illustreert de relaties tussen de verschillende richtlijnen en verordeningen.

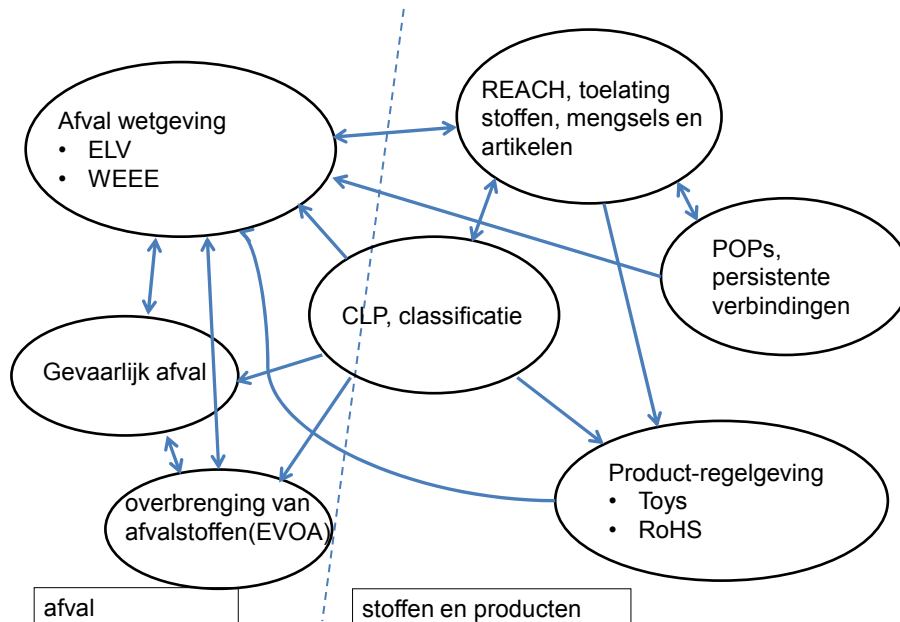
Tabel 2 Europese Regelgeving op gevaarlijke stoffen in plastics (grotendeels naar COWI et al, 2013)

	Cadmium verbindingen	Lood verbindingen	DEHP	HBCDD
Stoffen	<ul style="list-style-type: none"> • REACH Annex XVII, list of restrictions • REACH Candidate List of SVHC (*) • Classification, Labelling and Packaging (CLP) Regulation (of hazardous substances) Annex VI 	<ul style="list-style-type: none"> • REACH Annex XVII, list of restrictions • REACH Candidate List of SVHC (*) • REACH Annex XIV, list of authorizations • Classification, Labelling and Packaging (CLP) Regulation (of hazardous substances) Annex VI 	<ul style="list-style-type: none"> • REACH Annex XVII, list of restrictions • REACH Candidate List of SVHC (*) • REACH Annex XIV, list of authorizations • Classification, Labelling and Packaging (CLP) Regulation (of hazardous substances) Annex VI 	<ul style="list-style-type: none"> • REACH Annex XIV, list of authorizations • REACH Candidate List of SVHC (*) • POP Regulation (EC) No 850/2004 (**) • Classification, Labelling and Packaging (CLP) Regulation (of hazardous substances) Annex VI
Producten	<ul style="list-style-type: none"> • Directive 2009/48/EC related to toy safety. • Directive 2005/90/EC on the marketing/use of certain dangerous substances and preparations. • Directive 2002/72/EC relating to plastic materials in contact with food • Directive 2000/53/EC on End of Live Vehicles (ELV) • Directive 2011/65/EC on Restriction of Hazardous Substances (RoHS) • Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging 	<ul style="list-style-type: none"> • Directive 2009/48/EC related to toy safety. • Directive 2005/90/EC on the marketing/use of certain dangerous substances and preparations. • Directive 2002/72/EC relating to plastic materials in contact with food • Directive 2000/53/EC on End of Live Vehicles (ELV) • Directive 2011/65/EC on Restriction of Hazardous Substances (RoHS) • Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging 	<ul style="list-style-type: none"> • Directive 2009/48/EC related to toy safety. • Directive 2005/90/EC and 2005/84/EC on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations • Directive 93/42/EEC on medical devices • Directive 2002/72/EC relating to plastic materials in contact with food 	<ul style="list-style-type: none"> • Directive 2002/72/EC relating to plastic materials in contact with food

	waste	waste		
Afvalstoffen	<ul style="list-style-type: none"> • Directive 2008/98/EC on Waste, refererend naar CLP regulation en POP Regulation (EC) No 850/2004 	<ul style="list-style-type: none"> • Directive 2008/98/EC on Waste, refererend naar CLP regulation en POP Regulation (EC) No 850/2004 	<ul style="list-style-type: none"> • Directive 2008/98/EC on Waste, refererend naar CLP regulation en POP Regulation (EC) No 850/2004 	<ul style="list-style-type: none"> • POP Regulation (in prep.) • Directive 2012/19/EU on electronic waste

(*) enkele lood verbindingen zijn al opgenomen in Annex XIV

(**) POPS: persistent organic pollutants.



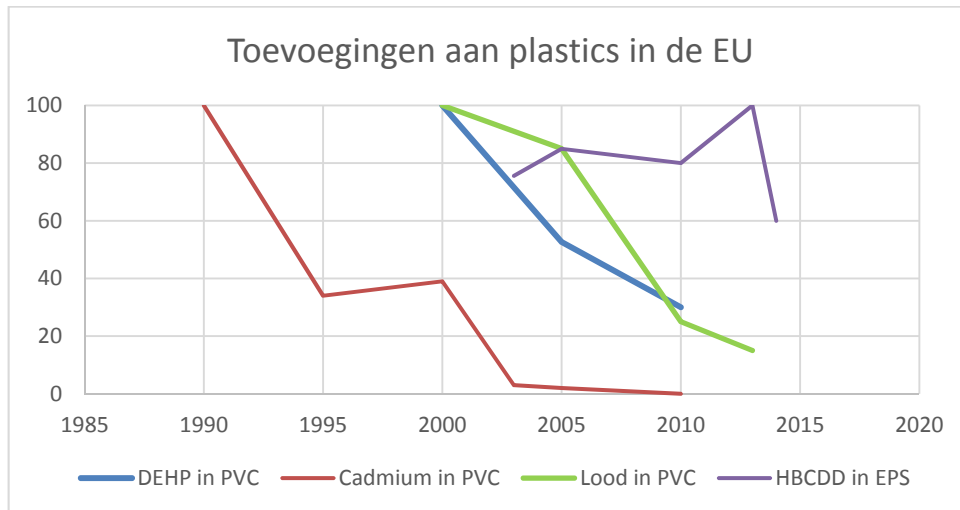
Figuur 4 Gesimplificeerde samenhang tussen een aantal Europese richtlijnen en verordeningen

2.2 Effectiviteit stoffenwetgeving

De wetgeving, soms in samenhang met vrijwillige afspraken met de industrie (cadmium en lood) heeft geleid tot een snelle en succesvolle afname van de gevaarlijke stoffen die we in dit rapport bespreken, zie Figuur 5. De HBCDD volumes dalen nog niet, maar producenten geven aan dat alternatieven beschikbaar zijn. De door hen aangevraagde 'autorisatie', een toegestane periode van uitstel, binnen de REACH-wetgeving, moet extra tijd geven die nodig is voor een soepele transitie naar die alternatieven⁴. Het beleid op gevaarlijke stoffen leidt dus effectief tot uitbanning van deze stoffen en stuurt daarmee effectief op innovatieve nieuwe toevoegingen aan plastics die veiliger zijn. Een

⁴ http://www.reachcentrum.eu/tags.html?tag_title=Authorisation

voorbeeld is de vervanging van cadmium- en loodverbindingen als stabilisator in plastics door calcium. Deze plastics zijn daardoor in de toekomst beter recyclebaar.



Figuur 5 Toevoegingen van DEHP, cadmium- en loodverbindingen aan PVC in de EU, per stof geschaald op 100

3 Recycling van PVC en EPS

3.1 PVC

Polyvinyl chloride, PVC, is een van de meest toegepaste kunststoffen (Federatie NRK, Stuurgroep PVC & Ketenbeheer, 2005). PVC heeft een aantal voordelen boven andere plastics omdat het relatief resistent is tegen weersinvloeden, het brand slecht, het kan goed tegen chemicaliën en het is corrosie-resistent.

PVC wordt veel toegepast in buizen, de isolatie van electriciteitskabels, voor kleding en meubels, maar ook in gebouwen (dakplaten, raamkozijnen) en vloerbedekking (zie o.a. Gensch et al., 2014).

De jaarlijks marktvrage in de EU naar PVC, als grondstof voor nieuwe producten, bedraagt circa 4,9 Mton. Circa 70% daarvan is grondstof voor producten in bouw en constructiewerken (buizen, kozijnen, vloeren e.d.). Andere toepassingen zijn verpakkingen (8%), automotieve en electronica (5%) en overige toepassingen zoals laarzen, zolen e.d. (18%) (Plastics Europe, 2013).

Er kunnen twee vormen van PVC worden onderscheiden: hard PVC en zacht PVC. Voor het verkrijgen van zacht PVC worden weekmakers, zoals ftalaten, toegepast. Ftalaten worden niet toegepast in hard PVC (Howick, 2009). Naast weekmakers worden ook stabilisatoren, (o.a. barium, zink of lood), en vlamvertragers toegepast. Deze additieven kunnen tot problemen leiden in de afvalfase. Een overzicht van toepassingen en de percentages weekmakers, stabilisatoren, vulmiddelen en andere toevoegingen wordt gegeven in EC (2000). Voor de mate van recycling maakt het uit of het gaat om post-consumer PVC of manufacturing scrap; deze laatste categorie is uniformer. Een uitgebreide beschrijving van PVC recycling is te vinden in Stringer & Johnston (2001).

PVC kan op verschillende manieren gerecycled worden. De Stuurgroep PVC beschrijft de verschillende methoden voor PVC recycling:

- a. Mechanische recycling, dat bestaat uit verkleinen en verwerken van PVC. Afhankelijk van de toepassing kan tot tien keer mechanisch kan worden gerecycled omdat het niet leidt tot verkorting van de molecuulketens.
- b. Chemische recycling (feedstock recycling) waarbij de grondstoffen, met name koolstof, wordt teruggewonnen.
- c. Energieterugwinning (verbranding) dat plaats kan vinden bij niet-sorteerbare verontreinigde kunststoffen.
- d. Storten, dat kan worden toegepast bij niet-herwinbare producten en restmaterialen.

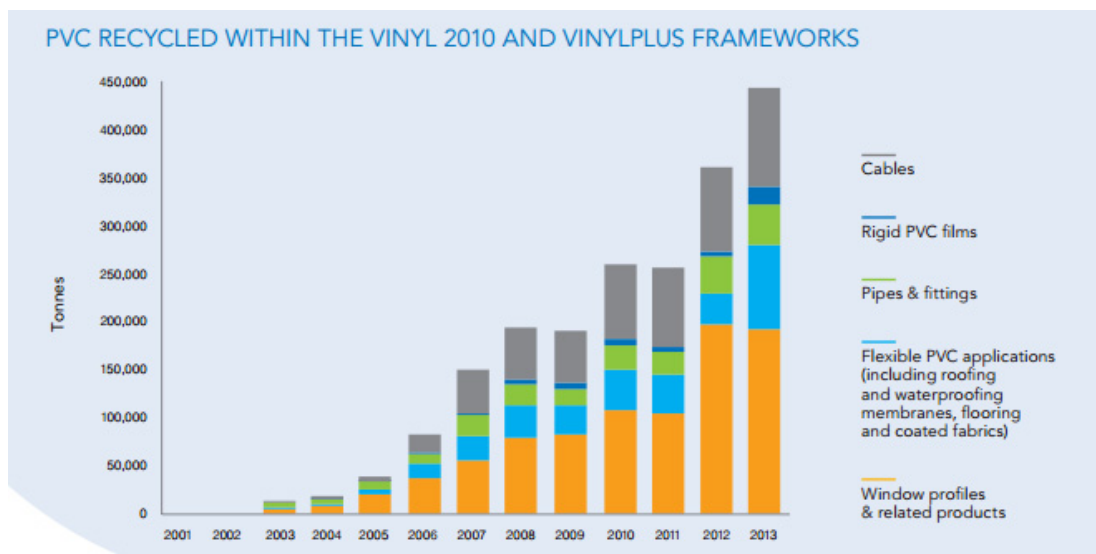
PVC wordt op grote schaal gerecycled en er zijn verschillende toepassingsgebieden. Voor buizen wordt een hergebruik van 40% genoemd en voor raamkozijnen percentages van tussen de 65 en 100% (EC 2011). In het rapport "Mechanical recycling of PVC Wastes" van de Europese Commissie (EC, 2000) is vrij uitgebreid beschreven hoe de markt voor gerecycled PVC er uit ziet en welke mogelijkheden er zijn.

Gescheiden inzameling van specifieke PVC toepassingen resulteert in een hoge kwaliteit recycleaat dat voor eenzelfde applicatie kan worden gebruikt. Bij een gemixte inzameling en een grotere variatie in samenstelling wordt het recycling potentieel geringer en spreekt men van 'downcycling' (EC, 2000). Er worden dan minder hoogwaardige producten opgeleverd. Voor recycling is een bepaalde minimumomvang van de afvalstroom noodzakelijk en is het bevorderlijk als deze relatief homogeen is.

Figuur 6 toont de ontwikkeling in de Europese recycling van PVC, onderscheiden in hard en zacht PVC. De recycling neemt toe en de PVC industrie, verenigd in het programma Vinylplus, geeft aan op koers te zijn naar de doelstelling van 800.000 ton PVC recycling in 2020.

De hoeveelheid PVC die jaarlijks als afval vrijkomt is (ons) niet bekend. Wanneer we de verhouding PVC/totale plastics die jaarlijks in de EU nieuw op de markt komt toepassen op de (bekende) totale hoeveelheid plastic afval die jaarlijks in de EU vrijkomt (25,2 Mton), resulteert dat in een geschatte 2,6 Mton PVC afval per jaar (Plastics Europe, 2013).

Op dit moment wordt 0,45 Mton PVC-afval gerecycled en de doelstelling van de PVC-sector voor 2020 is 0,8 Mton (circa 30%).



Figuur 6 PVC recycling in de EU (bron: Vinylplus, 2014a)

3.1.1

Verwijdering van gevaarlijke stoffen uit ingezameld PVC

Zowel US patenten als onderzoeken in Japan geven aan dat er interesse is om weekmakers uit PVC-afval te verwijderen. De methodiek is in verschillende laboratorium-onderzoeken beschreven (o.a. Osada & Yoshioka, 2009; 2012). De methoden die beschreven zijn in deze artikelen zijn nog niet commercieel beschikbaar, maar er wordt gesuggereerd dat ze mogelijk binnen 10-30 jaar beschikbaar komen. Ook uit de andere bronnen blijkt dat extractiemethoden nog niet op grote schaal beschikbaar zijn.

Op de website van VinylPlus staan een aantal onderzoeksprojecten genoemd die overigens niet per definitie gericht zijn op het verwijderen

van DEHP uit PVC-afval (VinylPlus, 2014b). Daarbij wordt ook het project ReMapPlus genoemd dat zich richt op moeilijk verwerkbaar zacht PVC.

In het Nederlandse project PVCCLEAN wordt met verschillende partners gekeken naar het verwijderen van de metalen cadmium en lood uit PVC ten behoeve van de recycling (Jetten, mondelinge mededeling, 23 oktober 2014).

3.2 EPS

Expandeerbaar polystyreen bolletjes (beads) worden geproduceerd door polymerisatie van uit aardolie verkregen monostyreen en het toevoegen van het blaasmiddel pentaan en desgewenst brandvertrager (HBCDD) (INTRON, 2010).

Extruded polystyreen (EPS), ook wel piepschuim of tempex, wordt al vele tientallen jaren toegepast in de voedingsmiddelen- en verpakkingindustrie en in de bouw (grond-, weg- en waterbouw-sector). In de weg- en wegenbouw is het veel toegepast bij de aanleg van bouwwerken, in de woning- en utiliteitsbouw voor thermische- en geluidsisolatie. In INTRON (2010) wordt gemeld dat geëxpandeerd polystyreen (EPS) steeds vaker wordt toegepast als ophoogmateriaal in de grondwater- en wegenbouw omdat het een aantal voordelen heeft ten opzichte van zand.

EPS is nogal brandbaar. In EPS voor de bouw worden brandvertragers toegepast om te voorkomen dat het materiaal vlam vat. De strikte brandvoorschriften voor bouw-EPS gelden niet voor EPS dat wordt gebruikt in de verpakkingen-industrie (EUMEPS, 2011a). De brandvertrager HBCDD is sinds de jaren 60 op de markt en werd sinds eind jaren 80 voor het eerst door BASF toegepast in EPS (Bilitewski et al., 2012).

3.2.1 *Marktvraag*

Europees wordt 70% van het EPS gebruikt in gebouwen en constructies, 25% in verpakkingen en 5% in overige toepassingen. (PlasticsEurope, 2015b) Van de 43,5 kiloton EPS dat voor bouw en constructiewerken werd gebruikt in 2009 ging het overgrote deel naar vloer-, wand- en dakisolatie, en voor een zeer klein deel naar publieke werken (Consultic, 2011).

3.2.2 *Recycling*

Het recycling percentage van EPS in Nederland ligt op circa 30%, zie Tabel 3. Consultic (2011) meldt dat Nederland daarin voorop loopt. Het gerecyclede EPS is daarbij bijna geheel afkomstig van verpakkingen. Dat EPS verpakkingafval wordt voor circa 50% gerecycled en voor circa 50% verbrand (met energierugwinning), zie Tabel 3. In het recycling proces wordt het EPS wordt geshredderd en toegevoegd aan het productieproces, waarbij tot 20% geshredderd EPS kan worden toegevoegd aan nieuw EPS. Dit shredder- en verwerkingsproces kan 5-7 maal plaatsvinden voordat het EPS moet worden afgevoerd. Geshredderde EPS bolletjes isoleren minder dan nieuw materiaal (Duijve, 2012).

Tabel 3 Recycling van EPS uit verpakkingen en de bouw in Nederland in 2009
(naar Consultic, 2011)

NL 2009 EPS post- consumer waste	Total Generation			Recovery in kt			Disposal	
	kg	kg/cap	%	Mech recycling as EPS	Mech recycling as EPS	Energy recovery	Total	kt
packaging EPS	12,5	0,8	65,4%	5,3	0,7	5,2	11,2	1,3
Construction EPS	6,6	0,4	34,6%	0,4	0	4,9	5,3	1,3
Total	19,1	1,2	100%	5,7 30%	0,7 4%	10,1 53%	16,5 87%	2,6 13%

Consultic (2011) vermeldt verder dat het gerecyclede materiaal voornamelijk afkomstig is van de verpakking van elektronica. Het grootste deel wordt gerecycled naar EPS toepassingen in de bouw, zoals toepassingen in funderingen. Het EPS dat uit de bouw vrijkomt eindigt grotendeels in de afvalverbrandingsoven.

Voor Europa meldt EUMEPS (2014) op haar website drie vormen van recycling:

- recycling in nieuwe 'insulation boards', waarbij tot 25% bijmenging aan virgin material wordt genoemd;
- recycling in non-foam applications zoals klerenhangers, bloempotten, tuinbanken en afrasteringspalen;
- mengen met cement voor de productie van lichtgewicht betonblokken.

Afval-EPS wordt in tegenstelling tot afval-PVC vanwege de volume/gewicht verhouding voor een groot deel lokaal verwerkt (EUMEPS, 2011a). Tussen de Europese landen bestaan aanzienlijke verschillen in de percentages recycling (Consultic, 2011).

Verwijdering van gevaarlijke stoffen uit ingezameld EPS

Het verwijderen van gebromineerde brandvertragers (BFRs) wordt gezien als een goede manier om recycling van polymeren met BFRs mogelijk te maken. Het Britse Waste & Resources Action Programme heeft in 2006 een rapport gepubliceerd waarin wordt opgemerkt: "Mechanical separation followed by a solvent-based process that removes brominated flame retardant additives from the BFR-containing polymers is likely to be a better environmental and commercial option for treatment of WEEE plastics than landfill, incineration with energy recovery or feedstock recycling." (WRAP, 2006). Het rapport rapporteert positieve resultaten: "A combination of the Creasolv and Centrevap processes, although more expensive in capital cost terms, has potential to provide the benefits of both process options, delivering finished polymer with very low levels of BFR content and essentially particle-free". Hoewel het rapport zich richt op WEEE polymeren, zal het uitgangspunt ook voor EPS gelden. De resultaten zijn voor zover bekend nog niet in de praktijk toegepast.

Het Fraunhofer Instituut in Duitsland heeft een tiental jaren ervaring met het verwijderen van gevaarlijke stoffen uit polymeren door middel van solvolyse. De laatste jaren is deze techniek ook gebruikt om HBCDD uit polystyreen te verwijderen (BMBF, 2012). Momenteel wordt onderzocht of deze techniek voor EPS van opgeschaald kan worden naar industriële schaalgrootte.

4 Recycling van verontreinigd PVC en EPS?

Gevaarlijke stoffen worden succesvol uitgefaseerd en de recycling van in ieder geval PVC neemt toe. Gaan veiligheids- en circulaire doelen als vanzelf samen of zit er spanning op het grensvlak? Wat zijn bijvoorbeeld de potentiële recycling mogelijkheden voor HBCDD-houdend isolatie-EPS dat in de toekomst in grote hoeveelheden bij renovatie en sloop vrij gaat komen?

Uitgangspunt van het huidige beleid is, dat (nieuwe) concentratielimiten voor gevaarlijke stoffen die worden vastgelegd in stoffen en/of –productenbeleid óók van toepassingen zijn op recycleert van oude producten waarin die stoffen 'destijds' nog wel waren toegestaan. Het verwerken en hergebruik van verontreinigd plastic recycleert is daarmee alleen bij wettelijke uitzondering toegestaan. Hoe dat per plastic en gevaarlijke stof werkt illustreren we hieronder in meer detail.

4.1 PVC-cadmium

Cadmium toevoegingen stabiliseren PVC. Het materiaal is daardoor beter bestand tegen warmte en vertering door UV-straling. Cadmium is echter kankerverwekkend en toxisch voor het aquatisch milieu en wordt daarom op basis van vrijwillige afspraken met de industrie sinds een aantal jaren niet meer toegepast in de EU (zie Figuur 5). Bij de totstandkoming van de Europese REACH wetgeving voor chemische stoffen in 2006 is vastgelegd dat Cd-gehalten in PVC producten niet hoger dan 0,01 gewichtsprocent mogen zijn. In 2011 is deze grens voor gerecycled materiaal in specifieke toepassingen verhoogd tot 0,1%. Daarmee werd ruimte gegeven aan de recycling van PVC afval in specifieke toepassingen voor gebouwen, zoals kabelgoten, raamkozijnen, deuren en goten en als tussenlaag in buizen voor niet-drinkwatertoepassingen. Wanneer gerecycled PVC in deze producten wordt toegepast moet dat met een speciaal label worden aangeduid. Deze uitzondering, een zogenoemde derogatie, wordt in 2017 gereviewed.

4.1.1 *Brusselse beleidsproces*

In 2010 werd in de 5e meeting van de Competent Authorities for REACH and CLP (CARACAL) het voorstel besproken voor het verbod van cadmiumverbindingen in PVC. Het voorstel voorzag in een totaalverbod op het toepassen van cadmiumverbindingen in PVC, behalve voor bepaalde toepassingen van PVC waarin het gebruik van gerecycled PVC, met daarin cadmium, is toegestaan. Het tijdelijk toestaan van deze uitzondering is verstrekt vanuit het oogpunt van een verbeterde efficiëntie van hulpbronnen (recycling van PVC) en minder CO₂-uitstoot. Het voorstel behelsde o.a. het gebruik van gerecycled PVC in de binnenlaag van buizen waarbij de migratie van cadmium beperkt is en het risico van blootstelling gering is. Om de effecten en de mogelijke risico's voor het milieu te bespreken van het gebruik van gerecycleerd PVC is een workshop gehouden. Daar bleek dat een aantal lidstaten dit een stap terug achten. Ook werden er vragen gesteld over verwijderen

van cadmium uit PVC, het labelen van PVC dat (gedeeltelijk) uit gerecycled materiaal bestaat en problemen die op zouden kunnen treden in de afvalfase. Naar aanleiding van de gevoerde discussies zijn ten aanzien van gerecycled PVC voorzieningen opgenomen in de REACH entry die het gebruik van cadmium en cadmiumverbindingen regelt (entry 23). Daarin is onder andere opgenomen voor welke producten het gerecycled PVC gebruikt mag worden, dat het cadmium gehalte kleiner dan 0,1% dient te zijn, en dat dit PVC gelabeld moet worden met het label "nuttig toegepast PVC" (EC, 2010)

4.2 PVC-lood

Ook lood is een veel gebruikte stabilisator in PVC. Mede door wetgeving in individuele EU-lidstaten over toepassing van loodhoudende drinkwaterleidingen, heeft de Europese industrie op vrijwillige basis afgesproken dat het gebruik van lood als stabilisator in PVC per 2015 wordt uitgebannen. Daarnaast is het gebruik van lood in elektronische en elektrische apparatuur, verpakkingen en nieuwe auto's ook wettelijk gereguleerd, zie Tabel 2. Dit heeft geleid tot een sterke afname in het gebruik van lood in PVC, zie Figuur 5, en de introductie van calciumhoudende stabilisatoren als vervanger.

4.2.1

Brusselse beleidsproces

Sinds 2012 staan loodverbindingen die in PVC worden toegepast op de zogenoemde kandidatenlijst van de REACH-verordening. Vanuit de kandidatenlijst kan een stof in de toekomst als SVHC stof worden aangemerkt onder Annex XIV van REACH. Mocht dat gebeuren, dan zal het maximum toelaatbare gehalte aan lood in nieuwe producten waarschijnlijk 0,1 gewichtsprocent zijn. Hierop vooruitlopend waarschuwt de Europese PVC branche voor een potentiële toekomstige rem op de recycling van PVC. Tauw (Ooms and Cuperus, 2013) geeft in een onderzoek voor de PVC-sector aan dat de belangrijkste knelpunten in recycling verdwijnen wanneer lood in een gehalte van 1% wordt toegestaan in toepassing als raamprofielen, vloeren en buizen (uitgezonderd drinkwater).

Verskillende visies op lood als SVHC-stof

Als er verdenking is dat een stof potentieel SVHC stof is, dan kan de Europese Commissie of een Europese lidstaat besluiten om een annex XV dossier voor die stof op te stellen. Voor loodzouten (Fatty acids, C16-18, lead salts) is dat in 2012 gebeurd. In de commentaren op het annex XV dossier voor de aanwijzing van lood zouten (Fatty acids, C16-18, lead salts) als SVHC en de "response to comments" van ECHA (ECHA, 2011) bepleit Duitsland terughoudendheid met het aanwijzen van "Fatty acids, C16-18, lead salts" als SVHC en wacht liever de resultaten van de vrijwillige afspraken met de Europese PVC-sector af dan dat het een REACH procedure start: "...Based on our current understanding of the authorisation process companies conducting recycling of lead containing PVC may be obliged to acquire an authorisation for their recycling use. If recycled PVC was subject to authorisation this would clearly contradict sustainability efforts. Similar considerations would also be relevant for lead battery recycling."

Uit dezelfde "response to comments" blijkt dat Noorwegen een geheel andere positie inneemt als Duitsland: "The Norwegian CA supports that fatty acids, C16-18, lead salts should be identified as a substance of very high concern and should be included in the Candidate List."

4.3 PVC - weekmakers

Zacht PVC heeft deze eigenschap door de weekmakers die zijn toegevoegd, in gewichtspercentages variërend van 1 tot 30%. Di-2-ethylhexyl ftalaat (DEHP) was tot recentelijk de meest gebruikte weekmaker in zachte PVC plastics. Vanwege de toxiciteit voor reproductie werd DEHP in 2008 als SVHC op de kandidatenlijst van de REACH-verordening gezet. In 2011 werd DEHP opgenomen in de zogenoemde autorisatielijst, Annex XIV, van REACH. Daarmee is de toepassing van DEHP in PVC in de EU vanaf 2015 verboden, tenzij geautoriseerd voor specifieke situaties. Daarnaast wordt DEHP gereguleerd door productwetgeving voor speelgoed, voedselverpakkingen, cosmetica en elektrische en elektronische apparatuur, zie Tabel 2.

Bovengenoemde wetgeving heeft inmiddels geleid tot een sterke afname in het gebruik van DEHP (zie Figuur 5) en vervanging door andere, veilige weekmakers in PVC. In 2014 en 2015 zijn twee autorisaties verleend voor specifieke toepassingen van DEHP, respectievelijk voor de vervaardiging van rotorbladen voor vliegtuigmotoren en gebruik van DEHP bij de productie van vaste stuwstoffen en motorvullingen voor raketten en tactische raketten. Door ECHA is aan de Commissie geadviseerd om voor de komende vier jaar autorisatie te verlenen aan drie grote Europese producenten van DEHP (ECHA, 2015). De Commissie moet op basis van dit advies binnenkort een besluit over autorisatie nemen.

Voor DEHP geldt onder REACH een maximum toelaatbaar gehalte in nieuwe producten van 0,3 %⁵. Er is vooralsnog geen commercieel proces dat DEHP voldoende kan verwijderen uit PVC. Dit betekent dat de enige wettelijke route van verontreinigd zacht PVC-afval die van verbranding is, met eventueel nuttig gebruik van warmte, of van hoge temperatuur ontleding van PVC polymeren tot nieuwe grondstof voor de chemie. Energetisch is dat ongunstiger dan het direct recyclen van PVC in nieuwe producten.

Enkele Europese recycling bedrijven hebben daarom autorisatie aangevraagd om ingezameld zacht PVC te mogen verwerken voor gebruik in constructiematerialen (buiten), vloeren, matten, schoenzolen en tuinslangen. Ook hiervoor heeft ECHA de Commissie geadviseerd om voor 4 jaar autorisatie te verlenen (zie hieronder).

4.3.1 Brusselse beleidsproces

In 2013 hebben VINYLOOP FERRARA S.p.A., Stena Recycling AB en Plastic Planet srl twee autorisatie- verzoeken ingediend voor het recyclen van PVC met DEHP. Deze autorisatieverzoeken betroffen:

⁵ de 0,3% geldt omdat DEHP is geclassificeerd als 1B reprotoxisch (CLP Verordening). Voor carcinogene en mutagene stoffen ligt die grens bij 0,1%.

- Formulation of recycled soft PVC containing DEHP in compounds and dry-blends.
- Industrial use of recycled soft PVC containing DEHP in polymer processing by calendaring, extrusion, compression and injection moulding to produce PVC articles.

Zie ECHA (2014a) en voor details ECHA (2014b).

In de aanvraag door Vinyloop cs geeft men aan dat DEHP geen technische functie (weekmaker) meer vervult, maar dat het als ongewenste impurity voorkomt in het verzamelde afval en zo terecht komt in het recyclaat. Verder wordt gesteld: "Nevertheless, the limited presence of DEHP in the recyclate may facilitate its processing into new PVC articles by reducing the amount of pure (or 'virgin') DEHP or other plasticizers that can be added to the compounds before new flexible PVC articles are produced." ECHA (2014a). In de consultatie zijn daar verschillende commentaren op gekomen (ECHA, 2014c). Door ECHA is aan de Commissie geadviseerd om voor de komende zeven jaar autorisatie te verlenen aan drie Europese recyclers van DEHP (ECHA, 2015). De Commissie moet op basis van dit advies binnenkort een besluit over autorisatie nemen.

Behalve door REACH kunnen beperkingen aan het gebruik van bepaalde stoffen worden opgelegd vanuit andere regelgeving. In 2013/2014 heeft de Oostenrijkse UBA een document opgesteld over het gebruik van PVC in elektrische en elektronische apparatuur en het vrijkomen van DEHP bij de recycling van dit PVC ten behoeve van herziening van de Richtlijn betreffende beperking van het gebruik van bepaalde gevaarlijke stoffen in elektrische en elektronische apparatuur (RoHS) (Austrian UBA, 2014). De UBA heeft daarvoor twee gesprekken gehad met Plastics Europe over de recycling van zacht PVC, DEHP autorisatie, en over de blootstelling aan DEHP dat vrijkomt bij plastic recyclers in het licht van de voorziene autorisatie van recycling onder REACH voor DEHP in recyclaat.

De UBA verwachtte, dat op basis van wetgeving over het gebruik van DEHP, de mogelijkheden tot recycling van PVC beperkt zou gaan worden vanwege het feit dat gerecycled plastic PVC voornamelijk wordt gebruikt voor "low value articles" zoals schoenzolen en (tuin)slangen, en dat op grond, de beperkte mogelijkheid tot recycling en de vorming van aanzienlijke hoeveelheden gevaarlijk afval (hazardous waste) een negatieve impact op afvalbeheer (waste management). De Oostenrijkse UBA stelt een maximum DEHP concentratie voor Electric and Electronic Equipment (EEE) voor van 0,1%, hetgeen zal leiden tot significant lagere risico's (Austrian UBA, 2014). De huidige hoeveelheid DEHP in EEE is tussen de 5 en 10%.

Oeko-Instituut (Gensch et al 2014) heeft na het verschijnen van het Oostenrijkse UBA rapport een document opgesteld over "restricted substances" onder RoHS2. In dit document werd geconcludeerd dat een restrictie van PVC, of van de verschillende additieven, impact kan hebben op de recyclingsmogelijkheden van PVC. Naar aanleiding daarvan werd aangegeven dat bij toekomstige stofbeoordelingen de effecten op recycling zouden moeten worden meegenomen.

4.4 EPS - HBCDD

HBCDD is een broomhoudende brandvertrager met een duidelijk veiligheidsfunctie: brand vertragen. Recentelijk is echter aangetoond dat deze stof persistent, bio-accumulerend en toxisch is (PBT), en dus milieugevaarlijk.

EPS uit verpakkingen bevat in principe geen HBCDD en wordt op dit moment al voor een groot deel gerecycled, voornamelijk naar toepassingen in de bouw zoals isolatiemateriaal.

Isolatie EPS, toegepast in de gebouwde omgeving bevat HBCDD in percentages van 0,7 tot 3% (UNEP, 2010). Andere toepassingen waarin 0,5-1% HBCDD in kan voorkomen zijn: EPS vullingen in zitzakken, gezondheidsmatrassen en vergelijkbare producten (Tohka & Zevenhoven, 2001).

De broomhoudende brandvertrager HBCDD heeft een duidelijk veiligheidsfunctie: brand vertragen. Recentelijk is echter aangetoond dat deze stof persistent, bio-accumulerend en toxisch is (PBT), en dus milieugevaarlijk. Via diverse wetgevingstrajecten is gewerkt aan normstelling en uitfasering van HBCDD.

4.4.1 *Brusselse en internationale beleidsproces*

In 2008 is HBCDD op de SVHC kandidatenlijst onder de REACH verordening gezet. In 2011 werd HBCDD toegevoegd aan de autorisatielijst van REACH (Annex XIV). Dat betekent dat HBCDD gebruikt kan worden tot de "sunset date" van augustus 2015 en het gebruik daarna alleen nog is toegestaan wanneer het door de Europese Commissie geautoriseerd wordt. Een belangrijk deel van de marktpartijen in de EU heeft die autorisatie aangevraagd voor toepassing van HBCDD in isolatie EPS. De autorisatie is nog niet verleend: ECHA heeft een overgangperiode geadviseerd van 2 jaar. Alternatieven voor HBCDD zijn beschikbaar, maar aanvragers van de autorisatie geven aan dat extra tijd nodig is voor een soepele transitie naar die alternatieven⁶.

In 2013 besloot de Stockholm Conventie over Persistent Organic Pollutants (POPs) om HBCDD op te nemen in de Annex A van het Verdrag, gericht op eliminatie. Daarin is een uitzondering opgenomen voor HBCDD in isolatie EPS. Die uitzondering geldt voor 5 jaren. Besluiten onder de POP conventie worden overgenomen in de Europese POP-verordening en worden daarmee wetgeving voor de EU-landen. Dit proces loopt parallel aan de autorisatie van HBCDD onder REACH. In het kader van die POP-verordening wordt op dit moment overlegd over het HBCDD-gehalte waarboven afval wordt beschouwd als 'POP-afval' en dusdanig verwerkt moet worden dat HBCDD vernietigd wordt. In de lopende discussie gaat het over gehalten in de bandbreedte van 0,01% tot 0,1%. Daarnaast is er discussie over welk onbedoeld restgehalte er als onzuiverheid nog aanwezig mag zijn in nieuwe producten die op de markt worden gezet (inclusief recycelaat). De door de Commissie voorgestelde waarde daarvoor was 0,001%. Dit voorstel is op 26 mei jl. door een meerderheid van lidstaten verworpen; een nieuw voorstel is er nog niet.

⁶ http://www.reachcentrum.eu/tags.html?tag_title=Authorisation.

Onder zowel REACH als de POP conventie (en daaruit volgende EU wetgeving) wordt dus duidelijk en consistent richting gegeven aan de uitfasering van HBCDD uit de economie, zie Figuur 5.

4.4.2 *Recycling van verontreinigd EPS?*

Duijve (2012) geeft aan dat de aanwezigheid van de brandvertrager HBCDD een belangrijke hobbel op de weg naar recycling van EPS is. Dat geldt eveneens voor andere broom brandvertragers in polymeren (Kemmlin et al., 2008). Gezien de hoeveelheid toegepast isolatiemateriaal wereldwijd is er nog een enorme massa in de economie aanwezig. Tohka & Zevenhoven (2001) stellen zelfs dat de aanwezigheid van vlamvertragers een van de belangrijkste factoren is die de recycling van polymeren hinderen.

Het verwijderen van gebromineerde brandvertragers (BFRs) wordt gezien als een goede manier om recycling van polymeren met BFRs mogelijk te maken. Het Britse Waste & Resources Action Programme heeft in 2006 een rapport gepubliceerd waarin wordt opgemerkt: "Mechanical separation followed by a solvent-based process that removes brominated flame retardant additives from the BFR-containing polymers is likely to be a better environmental and commercial option for treatment of WEEE plastics than landfill, incineration with energy recovery or feedstock recycling." (WRAP, 2006). Het rapport rapporteert positieve resultaten: "A combination of the Creasolv and Centrevap processes, although more expensive in capital cost terms, has potential to provide the benefits of both process options, delivering finished polymer with very low levels of BFR content and essentially particle-free". Hoewel het rapport zich richt op WEEE polymeren, zal het uitgangspunt ook voor EPS gelden. De resultaten zijn voor zover bekend nog niet in de praktijk toegepast.

Isolatie EPS bevat HBCDD-gehalten van 0,7%. De nu nog experimentele 'solvolyse' technologie kan dat HBCDD gehalte in EPS potentieel tot circa 1/100ste van het oorspronkelijke gehalte verlagen. Het marktperspectief van deze technologie zal sterk bepaald worden door de definitieve concentratielimiet voor het toelaatbare restgehalte in recycalaat. Bij de nu voorgestelde waarde van 0,001% dat marktperspectief niet per se gunstig.

5 Van gevaarlijk afval naar erkende grondstof?

Wanneer een gevaarlijke stof in recyclaat, bij uitzondering, toch verwerkt mag worden in nieuwe producten, is de vraag hoe de afvalstoffenwetgeving daarop is ingericht. Dat laat zich als volgt samenvatten.

Allereerst geldt dat de REACH en CLP verordeningen communicatie-eisen stellen in de keten rond de milieu- en gezondheidsrisico's van stoffen. Wanneer die informatieketen in de afvalfase wordt verbroken, bijvoorbeeld omdat afval uit onbekende bronnen wordt aangeleverd, moeten verontreinigingen en de risico's daarvan door de producent van recyclaat opnieuw worden vastgesteld; waar nodig door metingen. Daaruit moet ook blijken of er sprake is van gewoon afval of van gevaarlijk afval.

Meten van verontreinigingen

Technisch is het mogelijk om van een groot aantal stoffen vast te stellen of bepaalde stoffen in de aangevoerde materialen aanwezig zijn en of de te leveren producten voldoen aan de specificaties. Technieken die vaak vermeld worden zijn:

- X-ray fluorescence (XRF) screening;
- Gas chromatography mass spectrometry (GCMS) screening;
- GCMS Quantitative analysis.

Met de eerste twee kan gescreend worden of bepaalde stoffen of elementen voorkomen in het materiaal. Ze zijn echter niet kwantitatief en XRF beperkt zich tot elementen. XRF kan bijvoorbeeld aantonen dat broom (Br) in het betreffende plastic voorkomt, maar niet in welke vorm. Juridisch heeft dat consequenties: sommige broom-verbindingen zijn verboden, terwijl andere dat niet zijn.

Met een kwantitatieve analyse dmv GCMS kan wel een indruk worden verkregen van de concentraties. Probleem is dat deze techniek een sophisticated monsternamen vereisen en een goed ge-equipeerd laboratorium en niet instantaan een resultaat oplevert. Dat betekent dat het enkele dagen duurt voordat monsters zijn opgewerkt en geanalyseerd.

In algemene zin gelden onder de afvalstoffenwetgeving specifieke (administratieve) regels en vergunningsprocedures voor het verwerken, toepassen en vervoeren van afvalstoffen. Deze regels blijven formeel gelden zolang een afvalstroom niet expliciet, wettelijk, van het predicaat afval is ontdaan.

Dat laatste kan via het mechanisme van zogenoemde 'einde afvalcriteria' (End of Waste, EoW) onder de Europese afvalstoffenrichtlijn, artikel 6. Juridisch gezien wordt een afvalstof weer grondstof wanneer aan de EoW criteria wordt voldoen. Europese EoW-criteria zijn vastgesteld voor metaalschroot en ingezameld glas. Wanneer EoW criteria op EU-niveau ontbreken, mag een lidstaat die ook zelf opstellen. In Nederland zijn ze recentelijk vastgesteld voor steenachtig bouw- en sloopafval. Voor plastic afval

heeft de Commissie recentelijk een criteriadocument opgesteld, maar dit heeft nog niet geleid tot het wettelijk vastleggen van EoW-criteria. Deze criteria zijn er ook niet voor Nederland.

Het genoemde Commissie document geeft aan dat plastic recycklaat alleen een EoW status kan krijgen wanneer het oorspronkelijke plastic afval niet als gevaarlijk afval is aangemerkt op basis van de CLP- en de POP-verordening⁷, of, indien dit wel het geval is, de verwerkingsmethode erkend is onder het Verdrag van Basel, en het recycklaat onder de REACH verordening toegestaan is op de markt. In de praktijk betekent dit voor de casussen die we in onze studie bespreken dat het hergebruik van cadmium-houdend plastic recycklaat in specifieke toepassingen aan die criteria voldoet en dus formeel tot grondstof zou mogen worden verklaard. Dat geldt ook voor geautoriseerde toepassingen van DEHP-houdend plastic recycklaat, indien de Commissie en de lidstaten positief besluiten over het ingediende autorisatie-verzoek.

Voor de casus lood in PVC ligt de situatie anders. Vooruitlopend op mogelijke nieuwe REACH-wetgeving waar een maximaal loodgehalte van 0,1% kan gaan gelden (SVHC status), stelt de PVC sector dat een limiet van 1% lood gehalte nodig is om recycling van PVC in bouwmaterialen te garanderen. Die waarde ligt ruim boven de geldende grenswaarde voor gevaarlijk afval van 0,1%. Om recycling van loodhoudend PVC afval mogelijk te maken zal een REACH uitzonderingsclausule nodig zijn. Parallele aanpassing van de gevaarlijk afval grenswaarde zal nodig zijn om loodhoudend PVC afval een formele grondstoffen status te kunnen verlenen.

Deze voorbeelden illustreren dat het omzetten van gevaarlijke afvalstoffen in grondstoffen juridisch mogelijk is, maar ook complex kan zijn.

5.1 Signalen uit de praktijk

De Europese Commissie (EC, 2013) merkt in haar notitie voor CARACAL 12 over recycling van DEHP op: "Article 3(17) of the WFD sets out that recycling means any recovery operation by which waste materials are reprocessed into products, materials or substances (please note that REACH covers in its scope substances, mixtures and articles), whether for the original or other purposes. Recycling processes thus defined do not mean that the output material will automatically not be waste". En verder wordt er gesteld: "REACH is a piece of legislation applicable to products, therefore substances, mixtures and articles subject to a recycling process will only cease to be waste if they also comply with REACH requirements."

De Europese Commissie beredeneert in het document verder, dat als er geen EoW criteria zijn, ook het leveren van pellets, poeder etc. van de recycler aan een plastic converter, er nog steeds sprake is van afval. De plastic converter wordt dan als afvalverwerker beschouwd. Het op de markt brengen van recycklaat als afval wordt dus als één van de

⁷ De Waste Framework Directive definieert chemisch afval, maar doet dat op basis van de CLP en POP verordeningen.

mogelijkheden gezien. Recycleat kan volgens de Europese Commissie ook als stof, als mengsel of als voorwerp op de markt worden gebracht (EC, 2008).

De UEAPME, de Europese koepelorganisatie voor het midden - en klein bedrijf (SMEs), heeft hierop gereageerd dat de meeste plastic converters het materiaal niet ontvangen als afval, en ook niet beschikken over een afvalvergunning. UEAPME geeft aan dat voldoen aan REACH (autorisatie) of aan de afvalwetgeving (gevaarlijk afval) beiden een aanzienlijke administratieve last betekent (EC, 2013).

Resultaten van het Europese Plastic-zero project geven aan dat veel stakeholders er vanuit gaan dat het gemakkelijker is om plastic als afval te beschouwen, dan om het als nieuw product op de markt te zetten vanwege de REACH verplichtingen. Plastic-zero geeft aan dat het voldoen aan de verplichting om informatie over de effecten op mens en milieu aan de keten te verstrekken wordt ervaren als 'heavy administrative burden' (Plastic Zero, 2013). Hoewel effecten op mens en milieu in de doelstellingen van de kaderrichtlijn afval zijn opgenomen, kent de kaderrichtlijn geen duidelijk omschreven informatieplicht naar afnemers. Wel bestaat er een informatieplicht richting Europese Commissie die de classificatie van het afval betreft. Artikel 7.2 van de Kaderrichtlijn afval geeft aan dat een lidstaat onmiddellijk de Commissie in kennis stelt indien een afvalstof als gevaarlijk afval wordt aangemerkt. Voor de classificatie wordt verwezen naar bijlage III van de richtlijn en vervolgens naar de oude CLP richtlijn. De classificatie als gevaarlijk is basaal dezelfde als die in REACH wordt gehanteerd.

VinylPlus, de koepelorganisatie van de PVC producenten, stabilisatoren en plasticisatoren producenten en plastic converters, geeft aan dat indien de plastic converters materiaal ontvangen dat gelabeld is als afval, ze in dat geval meer virgin materiaal inkopen waarmee ze de bovengenoemde problemen (verkrijgen van een afvalvergunning) niet zullen hebben. Er wordt daarbij beargumenteerd dat ze moeten voldoen aan de afvalwetgeving met de bijbehorende vergunningen en boekhouding. Bovendien zullen er weinig plastic converters zijn die van een producent over willen stappen naar de status van afvalverwerker vanwege imago problemen.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Beeld op basis van de casuïstiek van dit rapport

De recycling van plastics met gevaarlijke stoffen heeft te maken met drie soorten wetgeving: voor stoffen, voor producten en voor afval. Die zijn, begrijpelijkerwijs vanuit hun historie, ieder primair afgestemd op hun eigen domein. Kenmerken daarvan zijn:

- Uitgangspunt van de stoffenwetgeving in REACH of de POP-verordening, gebaseerd op de CLP gevaarsclassificatie, is dat er één concentratielimiet (norm) geldt voor een stof, voor alle producten. Daarbij wordt in principe geen onderscheid gemaakt tussen toelaatbare verontreinigingen in 'maagdelijke' en gerecycled grondstoffen voor nieuwe producten.
- Nieuwe gevaarlijke stoffen, of aanscherping van bestaande normen, kunnen via verschillende routes in wetgeving komen, via internationale conventies, via specifieke producten-wetgeving of via de REACH verordening.
- Aan die verschillende wetgevingsroutes liggen verschillende risicoschattingsmethoden voor gevaarlijke stoffen ten grondslag. Dat maakt dat normen uit verschillende wetgevingen niet bij voorbaat op elkaar zijn afgestemd.
- Om formeel de status 'End of Waste' (Einde Afval) te krijgen moet daarom aan alle van toepassingen zijnde wetgevingen worden voldaan.

Dit complexe samenspel leidt er in de praktijk toe dat er alleen tijdelijke uitzonderingen⁸, per stof en toepassing, worden gemaakt om plastics met historische verontreinigingen toch te kunnen recyclen, om daarmee primaire grondstoffen te besparen.

Geslaagde voorbeelden daarvan zijn het gebruik van cadmiumhoudend gerecycled plastic in bouwkundige toepassingen zoals kabelgoten, raamkozijnen en als tussenlaag in nieuwe PVC-buizen. Hiervoor is aangetoond dat het risico van een ruimere normstelling toelaatbaar is voor mens en milieu, ook omdat deze producten waar mogelijk in dezelfde productgroepen worden hergebruikt ('closed loop') waardoor verontreinigingen niet diffuus in andere producten verdwijnen. Voor lood in hard-PVC zal beoordeeld moeten worden of een zelfde uitzonderingssituatie mogelijk is.

Sturen op productkwaliteit – enkele opinies uit het veld

Onder de CPR, maar ook onder andere wetgeving (zie bijvoorbeeld artikel 6c van de WFD), is kennis van de kwaliteit van het product noodzakelijk inclusief de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen. Het ontbreekt kunststofrecyclers vaak aan kennis van de samenstelling van het te recyclen materiaal en het af te zetten materiaal (zie bijvoorbeeld Rietdijk, 2008). Om te voldoen aan verschillende wetgeving, maar ook

⁸ De richtsnoer onder REACH noemt termijnen van 4, 7 en 12 jaar; onder het Verdrag van Stockholm is voor de in 2009 toegevoegde POP-BDEs een uitzondering bedongen voor recycling tot uiterlijk 2030, met de verplichting de uitfasering van deze stoffen elke 4 jaar te evalueren.

voor de productkwaliteit is het noodzakelijk helder te hebben wat er precies in het recycalaat aanwezig is. Sommige partijen onderkennen het belang van technische specificaties en een goede controle op de kwaliteit (VinylPlus, 2014a), terwijl andere partijen er weinig voor voelen (EERA, 2013). De Duitse Wirtschaftsvereinigung Kunststoff (WVK, 2012) geeft in haar commentaar op het door JRC opgestelde document over End-of-Waste voor plastic afval aan dat productkwaliteit als belangrijke onderscheidende factor moet worden gezien (JRC-IPTS, 2014). Ze pleit echter voor een niet te ver doorgevoerde detailregelgeving (WVK, 2012). De UK Environment Agency heeft in 2009 het kwaliteitsprotocol 'Non-packaging plastics. End of waste criteria for the manufacture of secondary raw materials from waste non-packaging plastics' opgesteld waarin de stappen van afval naar secondary raw material wordt beschreven. Hierin neemt de kwaliteit van het nieuwe materiaal een belangrijke plaats in (UK-EA, 2009). Samenvattend wordt aan kennis van de samenstelling van het recycalaat en de productkwaliteit belangrijke rol toegekend in de recycling.

6.2 **Wetgeving moet innovatieve zuiveringstechnieken aanmoedigen**

HBCDD houdend isolatiepiepschuim zal binnenkort door wetgeving van de Europese markt verdwijnen. Het is echter in heel grote hoeveelheden in huizen en gebouwen aanwezig en zal bij renovatie- en sloopwerkzaamheden in de komende tientallen jaren geleidelijk, maar in grote hoeveelheden, vrijkomen.

Het nog experimentele Solvolyse proces kan HBCDD in EPS zuiveren tot 1% van de oorspronkelijke verontreiniging. Dat is echter onvoldoende om als toegestaan recycalaat te worden aangemerkt onder de komende aanpassing van de POP-verordening. Het marktperspectief van deze potentiële recyclingstechnologie neemt daardoor af; een illustratie van de spanning tussen het stimuleren van recycling enerzijds en het verminderen van de hoeveelheid gevaarlijke stoffen in de economie anderzijds.

6.3 **Vereenvoudigd beleid om circulariteit te versterken?**

Het creëren van wettelijke ruimte voor het veilig recyclen van plastics met gevaarlijke stoffen is een reactie op de complexe wetgeving rond stoffen en producten die in een eerdere fase is ingezet.

Een benadering, die recycling en circulariteit centraal stelt, zou zijn om met verschillende stakeholders uit de domeinen van stoffen, producten en afvalstoffen na te gaan in welke specifieke toepassingen recycling veilig is voor mens en milieu. Het primaire afwegingskader voor veilig toepassen is dan het blootstellingsrisico vanuit specifieke toepassingen. Parallel zou inzichtelijk gemaakt kunnen worden welke CO₂-besparing het veilige recyclen naar zo'n specifieke toepassing dan oplevert ten opzichte van definitieve vernietiging. Dit kan gewogen worden met de verhoogde verontreiniging die in die specifieke recycling toepassingen wordt toegelaten op de markt.

Een dergelijke benadering vraagt een proces waarin de stakeholders die nu gescheiden acteren in stoffen, producten en afvalstoffenwetgeving, vroegtijdig met elkaar rond de tafel gaan zitten. Op die manier kan er

een gezamenlijk beeld ontstaan en eerder duidelijkheid gecreëerd worden over veranderingen in wetgeving ten behoeve van een veilige en circulaire economie.

Een goed voorbeeld daarvan is het hergebruik van steenachtig bouw- en sloopafval in Nederland. De milieuveilige toepassing daarvan wordt alleen bepaald door het Besluit Bodemkwaliteit. Die beschrijft de maximaal toelaatbare uitloging van meerdere verontreinigen vanuit hergebruikte afvalstoffen naar bodem en grondwater. Dit eenvoudige en transparante beleidskader geeft duidelijkheid aan de markt en heeft geleid tot een hergebruikspercentage van 95%.

De randvoorwaarden voor die succesvolle benadering van het vergroten van de circulariteit zijn in Figuur 7 samengevat in een conceptueel model (de 'sandwich') voor optimale recycling. Daarin worden (1) heldere algemene beleidsrandvoorwaarden vertaald naar (2) eenduidige productcriteria. Voor het (her)gebruik van materialen en producten is daarbij een (3) product specifieke risicobeoordeling van belang die (4) maatschappelijk wordt geaccepteerd. Last-but-not-least (5) moet de inzameling van afval en verwerking tot grondstof uiteraard (bedrijfs)economisch haalbaar zijn of kunnen worden.

Een dergelijk conceptueel model kan een hulpmiddel zijn in het hierboven genoemde stakeholder proces, omdat het verschillende stakeholders, vanuit hun eigen deelterrein overzicht geeft op het hele systeem. Dat kan helpen bij het vinden van oplossingsrichtingen.

De rol van de (Rijks)overheid is voor een groot deel gericht op de beleidsrandvoorwaarden. Uit de twee casussen blijkt dat voor oplossingen zowel aandacht dient te zijn voor afvalverwerking als voor de toelating van nieuwe (gerecyclede) materialen. Voorbeelden uit de twee behandelde casussen waar naar oplossingen is gezocht zijn:

- a. De sandwich-toepassing bij PVC buizen waarbij gerecycled materiaal in de binnenlaag is verwerkt en waarbij het materiaal wordt gelabeld. Aandachtspunten daarbij zijn:
 1. de closed loop (van buis naar buis);
 2. de tijdelijkheid van de toepassing;
 3. de evaluatievereisten met betrekking tot blootstelling;
 4. de labelling van de buizen met gerecycled materiaal waardoor het in de afvalfase te herkennen is.
- b. De inzet voor het recyclen van piepschuim (EPS) waarbij is gekeken of de voorgestelde limieten belemmerend kunnen zijn voor de afvalverwerking dan wel het opnieuw op de markt zetten. Aandachtspunten daarbij zijn:
 1. De omvang van de stroom en de haalbaarheid van de verwerkingstechnieken.
 2. Limieten voor gevaarlijk afval en daarmee of het materiaal onder het Verdrag van Basel valt (beperking verwerkingsmethoden).
 3. Limieten voor toepassing van nieuwe materialen, die een belemmering kunnen vormen voor het op de markt zetten van het gerecyclede materiaal (blootstelling).

De voorbeelden laten zien dat oplossingen tot op zekere hoogte stof- en casus-specifiek zijn. Vanuit het Ministerie van Infrastructuur en Milieu is voor het innemen van een standpunt en voor het eventueel faciliteren van dergelijke oplossingen van belang:

- a. een indruk te hebben van het belang van de materiaalstromen waar het om gaat;
- b. op de hoogte te zijn met de ontwikkelingen rond afvalverwerking en de additieven in het desbetreffende afval;
- c. op de hoogte te zijn van de betrokken stakeholders en hun belangen;
- d. vanuit verschillende directies op te treden op dergelijke dossiers met daarbij oog voor duurzame verwerking van grondstoffen en blootstelling van mens en milieu;
- e. internationaal een dergelijke aanpak uit te dragen.



Figuur 7 Illustratie van de 'sandwich' voor optimale recycling PV

Literatuur

- Austrian UBA. (2014). Study for the review of the list of restricted substances under RoHS2. Final report. Reference: ENV.C.2/ETU/2012/0021. <http://www.umweltbundesamt.at/rohs2>
- Bilitewski, B., R. Darbra, D. Barceló (2012). Handbook in Environmental Chemistry volume 18. Global Risk-Based Management of Chemical Additives I: Production, usage and environmental occurrence. Volume 1. Berlin, Heidelberg, Springer Verlag
- BMBF (2012). Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Reststoffe aus Shredderrückständen als Quelle hochwertiger Kunststoffprodukte (Poly-Ressource). http://www.creacycle.de/images/stories/2012.04_kmui-projektblaetter_poly-ressource.pdf
- Consultic (2011). Post-Consumer EPS Waste Generation and Management in European Countries 2009 EPS Packaging waste EPS Construction waste. Alzenau, Germany, Consultic.
- Cowi and Danish technology Institute (2013) Hazardous substances in plastic materials. <http://miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/3017/ta3017.pdf>
- Duijve M. (2012). Comparative assessment of insulating materials on technical, environmental and health aspects for application in building renovation to the Passive house level. University Utrecht, Master Thesis Energy science.
- EC (2000). Mechanical recycling of PVC. Study for DG XI of the European Commission.
- EC (2008). Parliamentary questions. Answer given by Mr Verheugen on behalf of the Commission. OJ C 291 13/11/2008. <http://www.europarl.europa.eu/sides/getAllAnswers.do?reference=E-2008-0082&language=NL>
- EC (2010). DRAFT SUMMARY RECORD. 5th Meeting of Competent Authorities for REACH and CLP 15-16-17 June 2010. http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/caracal/minutes-100615-17_en.pdf http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/reach/caracal/index_en.htm
- EC (2011). COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT. IMPACT ASSESSMENT. Accompanying document to the COMMISSION REGULATION (EU) Amending Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals (REACH) as regards Annex XVII (Cadmium). SEC(2011) 633 final.
- EC (2013). Recycling and REACH. 12th Meeting of Competent Authorities for REACH and CLP, 13 - 14 March 2013. Doc. CA/28/2013. http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/reach/caracal/index_en.htm
- ECHA (2011). COMMENTS ON AN ANNEX XV DOSSIER FOR IDENTIFICATION OF A SUBSTANCE AS SVHC AND RESPONSES TO THESE COMMENTS. rcom_fatty_acids_c16-18_lead_salts_en.

- <http://echa.europa.eu/nl/candidate-list-table/-/substance-rev/2393/term> <http://echa.europa.eu/documents/10162/fc558666-f84e-4aa5-9eb1-aa1fd3a4cdc1>
- ECHA (2014a). Adopted opinions and previous consultations on applications for authorization. <http://echa.europa.eu/nl/addressing-chemicals-of-concern/authorisation/applications-for-authorisation-previous-consultations>
 - ECHA (2014b). Adopted opinions and previous consultations on applications for authorization. Substance details. <http://echa.europa.eu/nl/addressing-chemicals-of-concern/authorisation/applications-for-authorisation-previous-consultations/-/substance/4804/search/+/term>
 - ECHA, (2014c): Comments on public consultation 0008-02. <http://echa.europa.eu/nl/addressing-chemicals-of-concern/authorisation/applications-for-authorisation/comments-public-consultation-0008-02>
 - ECHA (2015). Adopted opinions and previous consultations on applications for authorization. <http://echa.europa.eu/addressing-chemicals-of-concern/authorisation/applications-for-authorisation-previous-consultations>
 - Ecofys(2013) World GHG emissions flow chart 2010. <http://www.ecofys.com/files/files/asn-ecofys-2013-world-ghg-emissions-flow-chart-2010.pdf>
 - EERA (2013). EERA position paper on sampling and analysis of WEEE plastics. Arnhem, EERA. <http://www.eera-recyclers.com/news/eera-position-paper-sampling-and-analyses-weee-plastics>
 - EUMEPS (2011a). Life Cycle Assessment of the Industrial Use of Expanded Polystyrene Packaging in Europe. Case Study: Comparison of Three Fishbox solutions. http://www.fishboxes.info/wp-content/uploads/2012/04/EUMEPS_report_PwC_112211.pdf
 - EUMEPS (2014). Recycling. http://www.eumeps.org/recycling_4499.html
 - Federatie NRK, Stuurgroep PVC & Ketenbeheer. (2005). PVC. Feiten en beleid. Leidschendam, NRK. <http://www.pvcinfo.nl/download/PVC%20Feiten%20en%20Beleid.pdf>
 - Gensch, C.O., Y. Baron, M. Blepp, D. Bunke, K. Monch. (2014). Study for the Review of the List of Restricted Substances under RoHS 2. Analysis of Impacts from a Possible Restriction of Several New Substances under RoHS 2. <http://www.oeko.de/publikationen/download/2046/2014-627-en.pdf/>.
 - INTRON (2010). Update levenscyclusanalyse (LCA) van Geoblock. "GEOBLOCK" scoort als licht ophoogmateriaal beter ten opzichte dan de zandvariant en is hiermee een duurzame oplossing. Sittard, INTRON. <http://www.geoblock.nl/files/CROW-2010-CROW%20infradagen-PositionPaper%20GEOBLOCK-LCA%20Update%202010.pdf>
 - JRC-IPTS (2014). End-of-waste criteria for waste plastic conversion. Technical proposals. http://susproc.jrc.ec.europa.eu/activities/waste/documents/2014-JRC91637_ed2015.pdf

- Kemmlein, S., D. Herzke, J.R. Law (2009). Brominated flame retardants in the European chemicals policy of REACH—Regulation and determination in materials. *J. Chromatogr A* 1216(3):320-333.
- Ooms, J. and J.G. Cuperus. (2013). Impact of lead restrictions on the recycling of PVC. Deventer, The Netherlands, Tauw bv.
- Osada, F. and T. Yoshioka. (2009). Dechlorination of polyvinyl chloride in NaOH/ethylene glycol solution by microwave heating. *J Mater Cycles Waste Manag* (2009) 11:19–22.
- Osada, F. and T. Yoshioka. (2012). Dechlorination of Polyvinyl Chloride in NaOH and NaOH/Ethylene Glycol Solution by Microwave Heating. In: W. Cao (2012). *The Development and Application of Microwave Heating*, Chapter 6.
<http://www.intechopen.com/books/the-development-and-application-of-microwave-heating/dechlorination-of-polyvinyl-chloride-in-naoh-and-naoh-ethylene-glycol-solution-by-microwave-heating>
- Plastics Europe (2013). *Plastics the facts – 2013*. Brussels Plastics Europe. <http://www.plasticseurope.org/Document/plastics-the-facts-2013.aspx> (data afgeleid uit figuur 5 en 6 en figuur 8).
- Plastics Europe (2015b). *Expanded polystyrene (EPS)*. <http://www.plasticseurope.org/what-is-plastic/types-of-plastics-11148/expanded-polystyrene.aspx>
- Plastics Europe (2015). *Plastics the facts – 2014/15* (data afgeleid uit figuur 5 en 6).
- Plastic Zero (2013). *Plastic Zero Public Private Cooperations for avoiding plastics as a waste. Action 4.1. Market conditions for market recycling*. LIFE10 ENV/DK/098. http://www.plastic-zero.com/media/30825/action_4_1_market_for_recycled_polymers_final_report.pdf
- Rietdijk, F. (2008). REACH geeft onrust in de recyclingbranche. GRAM, November 2008.
- Stybenex (2013). *EPS: 100 procent recyclebaar, 100 procent duurzaam*.
<http://www.synbrattechnology.nl/uploads/EPS%20recycle%20folder%202013-04.pdf>
- Tohka, A., R. Zevenhoven (2001). *PROCESSING WASTES AND WASTE-DERIVED FUELS CONTAINING BROMINATED FLAME RETARDANTS*. Final report for study funded by Ekokem Oy Ab support funding (apurahoitus) 2001. Espol, Helsinki University of Technology Department of Mechanical Engineering, report TTK-ENY-7.
- UK-EA (2009). *Non-packaging plastics. End of waste criteria for the manufacture of secondary raw materials from waste non-packaging plastics*.
- UNEP (2010). *Hexabromocyclododecane Risk profile*. UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2
<http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC6/POPRC6Documents/tabid/783/Default.aspx>
- VinylPlus (2014a). *Progress report 2014*.
http://www.vinylplus.eu/uploads/Modules/Documents/vinylplus-pr2014_en-2.pdf
- VinylPlus (2014b). *Sector Projects*.
<http://www.vinylplus.eu/progress/9/68/Sector-Projects>

- WRAP (2006). Develop a process to separate brominated flame retardants from WEEE polymers. <http://www.wrapcymru.org.uk/sites/files/wrap/BrominatedWithAppendices.3712.pdf>
- WVK (2012). Ende der Abfalleigenschaft von Kunststoffabfällen. Stellungnahme der Wirtschaftsvereinigung Kunststoffe. http://wip-kunststoffe.de/wip/fileadmin/user_upload/news_downloads/1201_WVK_Abfalleigenschaft.pdf. Download 19 January 2015.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag