



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

Omgaan met Zeer Zorgwekkende Stoffen in een Circulaire Economie

RIVM-briefrapport 2019-0186
M. Beekman et al.



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

Omgaan met Zeer Zorgwekkende Stoffen in een Circulaire Economie

RIVM-briefrapport 2019-0186
M. Beekman et al.

Colofon

© RIVM 2020

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.

DOI 10.21945/RIVM-2019-0186

M. Beekman (auteur), RIVM
J.C. Bakker (auteur), RIVM
C.W.M. Bodar (auteur), RIVM
L.C. van Leeuwen (auteur), RIVM
S.L. Waaijers-van der Loop (auteur), RIVM
M.C. Zijp (auteur), RIVM
J.K. Verhoeven (auteur), RIVM

Contact:

Juan C. Bakker
RIVM/ Milieu en Veiligheid\Centrum Veiligheid Stoffen en Producten
Juan.Bakker@rivm.nl



Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie 2019-2023. Dit werkprogramma is een samenwerkingsverband van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden (CML), het Centraal Planbureau (CPB), het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), RVO.nl, Rijkswaterstaat en TNO onder leiding van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). Het kabinet streeft naar een volledig circulaire economie in 2050. Het doel van het werkprogramma is om de door het kabinet uitgezette koers naar 2050 te kunnen monitoren en te evalueren en de overheid te voorzien van de kennis die nodig is voor de vormgeving of bijsturing van beleid. Meer informatie over het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie is te vinden op <https://www.pbl.nl/monitoring-circulaire-economie>.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Omgaan met zeer zorgwekkende stoffen in een circulaire economie

De Nederlandse overheid streeft naar een volledig circulaire economie in 2050. Hierin is er zo min mogelijk afval en worden grondstoffen steeds opnieuw gebruikt. In een veilige circulaire economie zijn de risico's van schadelijke stoffen in (hergebruikte) materialen verwaarloosbaar voor mens en milieu. Stoffen met zeer zorgwekkende eigenschappen (ZZS), omdat ze bijvoorbeeld kanker veroorzaken, mogen dan alleen worden gebruikt in materialen en producten als er geen andere mogelijkheid bestaat en het product onmisbaar is. De ZZS mogen er niet uit vrijkomen, ook niet bij het hergebruik.

Volgens het RIVM biedt de overgang naar een circulaire economie kansen om veilig om te gaan met ZZS en het gebruik ervan in beeld te krijgen. Het is alleen niet makkelijk. Het RIVM heeft geïnventariseerd wat nodig is en heeft daarbij drie uitdagingen geconstateerd. Als eerste is het noodzakelijk om door de hele productketen informatie te delen over de gebruikte stoffen, inclusief ZZS. Als tweede moeten alle partijen in de productketen ervoor zorgen dat materialen en producten veilig kunnen worden hergebruikt. Producenten kunnen hier al bij het ontwerp over nadenken. Gebruikers, (afval)verwerkers en overheden kunnen daar ook aan bijdragen. Ten slotte is het van belang dat alle betrokkenen verantwoord omgaan met materialen en producten met ZZS die niet te vervangen zijn.

Aan de hand van de drie uitdagingen doet het RIVM aanbevelingen welke acties op de korte en langere termijn mogelijk zijn. Voor de korte termijn benadrukt het RIVM het belang om scherper te stellen voor welke producten en materialen met voorrang veilige circulaire productketens moeten worden gerealiseerd. Daarnaast zou een beleidsvisie en met tussentijdse doelen moeten worden uitgewerkt. De aanbevelingen moeten de komende jaren verder worden uitgewerkt en worden aangepast aan de snel veranderende vraag naar stoffen door technologische ontwikkelingen. Ook reikt het RIVM mogelijkheden aan om verantwoord hergebruik van ZZS te monitoren tijdens de overgang naar een circulaire economie.

Deze verkenning is agenderend, en beschrijft aandachtspunten voor discussies tussen overheden, bedrijven, maatschappelijke organisaties en onderzoeksinstanties. Deze discussies gaan over beleid, onderzoek en monitoring van ZZS in een circulaire economie. De verkenning is in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving uitgevoerd.

Kernwoorden: circulaire economie, zeer zorgwekkende stoffen, chemische stoffen, hergebruik/recycling, monitoring, (uitgebreide) producentverantwoordelijkheid, informatievoorziening, integrale afweging

Synopsis

Coping with substances of high concern in a circular economy

By 2050 the Dutch Government hopes to have a completely circular economy. An economy in which resources are continuously reused and with as little waste as possible. In a safe circular economy, risks to humans and the environment from hazardous substances in (recycled) materials are negligible. Substances of high concern, like those causing cancer for example, will only be used in materials and products when there are no known alternatives and their use is considered essential for the functioning of society. Substances of concern must not be released during production, use or re-use.

RIVM believes that this transition to a circular economy provides opportunities to deal with substances of high concern safely, and to monitor their use. It is just not easy. RIVM has investigated what is needed to achieve this transition safely and has identified three challenges. First it is essential to share information about the substances used, including substances of high concern, throughout the product chain. Second, all parties in the product chain must ensure that materials and products can be reused safely. Producers should think about this at the design stage of their products. Users, (waste) processors and governments should also contribute. Finally, it's important that everyone involved deals responsibly with the materials and products that contain substances of high concern for which there is no alternative.

Based on these three challenges, RIVM recommends possible actions for the short and longer term. For the short term, RIVM highlights the need to develop a policy vision and interim goals and to prioritise those products, materials and substances for which there is an urgent need to realise safe and circular product chains. These recommendations need to be developed further over the coming years and adapted to the rapidly changing demand for substances created, for example by technical innovation. Additionally, RIVM provides suggestions for monitoring whether reuse/recycling of substances of high concern during the transition to a circular economy is taking place safely.

It is hoped that this report will offer some guidance and help to set an agenda for further debate between governments, companies, NGOs and research centres. This is a debate on policy, science and the monitoring of substances of high concern during the transition to a circular economy. This report was commissioned by PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.

Keywords: Circular economy, substances of (very) high concern, chemicals, reuse/recycling, monitoring, (extended) producer responsibility, information, integral decision making

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 **Introductie — 13**

2 **Begrippen en beleidsmatig kader — 17**

2.1 Zeer Zorgwekkende Stoffen — 17

2.2 Circulaire Economie — 20

2.3 Safe & Circular by Design — 22

3 **Uitdagingen rond Zeer Zorgwekkende Stoffen in een Circulaire Economie — 25**

3.1 Inleiding — 25

3.2 Uitdaging 1: Beschikbaarheid van informatie in de keten over ZZS — 29

3.3 Uitdaging 2: Uitbreiden van verantwoordelijkheid door de hele productketen — 31

3.4 Uitdaging 3: Veilig omgaan met ZZS in een CE daar waar uitfaseren niet mogelijk is — 33

4 **Monitoring — 39**

4.1 Inleiding — 39

4.2 Indicatoren — 39

4.3 Beschikbare bronnen — 43

5 **Aanbevelingen — 49**

5.1 Lange termijn beeld — 49

5.2 Beschikbaarheid van informatie — 50

5.3 Uitbreiden van verantwoordelijkheid — 52

5.4 Veilig omgaan met ZZS — 54

6 **Conclusies en nawoord — 59**

7 **Reflecties van externe partijen — 61**

7.1 Reflectie Dr. ir. G. Roebben — 61

7.2 Reflectie Dr. J. de Bruijn — 62

7.3 Reflectie D. van Well — 63

7.4 Reflectie Dr. J. C. Slootweg — 64

7.5 Reflectie Prof. dr. G.J.M. Gruter — 64

7.6 Reflectie Prof. Dr. T.H.M. Sijm — 65

7.7 Reflectie M. Kranendonk en S. Gabizon — 66

8 **Dankwoord — 69**

9 **Referenties — 71**

Samenvatting

De Rijksoverheid werkt samen met het bedrijfsleven, maatschappelijke organisaties, kennisinstellingen en andere overheden aan een circulaire economie (CE) in 2050. In deze CE bestaat zo min mogelijk afval en worden grondstoffen steeds opnieuw gebruikt. Daarnaast streeft Nederland naar een zogenoemd 'non-toxic environment': een veilig leefmilieu waarbij risico's voor gezondheid en milieu verwaarloosbaar zijn, doordat schadelijke stoffen niet meer in het milieu komen.

Zolang zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) worden toegepast in producten en materialen, kunnen deze stoffen in een CE opnieuw in omloop komen. Hierdoor kunnen werknemers, consumenten en het milieu onbedoeld worden blootgesteld aan deze stoffen, vooral wanneer de nieuwe toepassing anders is dan de oorspronkelijke. Het is daarom cruciaal om te weten wat er met ZZS gebeurt wanneer producten en materialen een tweede (of volgende) toepassing krijgen.

In een veilige CE worden materialen hergebruikt waarbij de risico's voor mens en milieu door schadelijke stoffen verwaarloosbaar zijn. Stoffen met zeer zorgwekkende eigenschappen worden dan alleen gebruikt in materialen en producten als hiervoor geen andere mogelijkheid bestaat en het product onmisbaar is. ZZS mogen uit deze toepassingen niet vrijkomen, ook niet in de fase waarin deze materialen en producten worden hergebruikt.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft het RIVM gevraagd (a) aan te geven wat de belangrijkste aandachtspunten zijn om verantwoord om te gaan met ZZS in combinatie met het circulair maken van productketens en (b) wat de mogelijke eerste stappen gericht op ZZS zijn om deze transitie te monitoren.

Het is belangrijk om hierbij op te merken dat dit rapport een verkenning is, en kan worden gezien als aanzet voor verdere discussie over beleidsontwikkeling en monitoring rond dit thema. Overheden, bedrijven en maatschappelijke organisaties worden geprikkeld om verder na te denken over de uitdagingen die in het rapport worden geschetst. Dit rapport is agenderend en heeft niet als doel om een volledig overzicht van de problematiek te schetsen. Dit rapport richt zich specifiek op ZZS omdat omgang met deze stoffen om extra voorzichtigheid vraagt vanwege hun eigenschappen (zoals het veroorzaken van kanker, schadelijkheid voor de voortplanting of slechte afbreekbaarheid in het milieu). Veel punten in het rapport zijn echter ook van toepassing op het gebruik van andere chemische stoffen.

In dit rapport worden drie belangrijke uitdagingen geïdentificeerd:

1. Beschikbaarheid van informatie in de keten over ZZS
2. Uitbreiden van verantwoordelijkheid door de hele productketen
3. Veilig omgaan met ZZS in een CE daar waar uitfasen niet (meer) mogelijk is

De eerste uitdaging betreft de noodzaak om informatie over stoffen in de hele productieketen te delen. In een CE worden producten en

materialen opnieuw in omloop gebracht, inclusief de daarin aanwezige ZZS. Hiervoor is het cruciaal om in de gehele keten toegang te hebben tot informatie over de (veiligheid van) aanwezige stoffen, inclusief ZZS. Op dit moment is informatie vooral tijdens de productiefase beschikbaar maar gaat die informatie verloren in de verdere keten.

Vervolgens is het noodzakelijk dat verschillende partijen in de keten hun verantwoordelijkheid nemen om veilig gebruik en hergebruik van stoffen, waaronder ZZS, in materialen en producten te realiseren. Zo hebben producenten de verantwoordelijkheid om producten zo te ontwerpen dat ze, afhankelijk van hun vooraf bepaalde toepassing, veilig gebruikt en hergebruikt kunnen worden. Maar ook gebruikers en bedrijven verderop in de keten hebben een verantwoordelijkheid binnen een veilig gebruik- en hergebruikscenario en moeten in staat worden gesteld om deze te nemen.

Tot slot: ZZS komen voor in veel producten die vandaag bestaan en zal het niet eenvoudig of zelfs mogelijk zijn om deze allemaal uit te faseren. De laatste uitdaging gaat over het verantwoord omgaan met ZZS in een CE, daar waar uitfaseren niet (meer) mogelijk is. Binnen deze ZZS wordt onderscheid gemaakt tussen:

- a) "Legacy" (erfenis): ZZS die verboden zijn in nieuwe producten maar nog aanwezig in producten die in omloop zijn;
- b) Essentiële toepassingen: ZZS zijn in bepaalde toepassingen – zeker op korte en middellange termijn – nodig vanwege hun specifieke functionaliteit en zijn daardoor niet volledig uit te faseren;
- c) Nu nog onbekende ZZS: schadelijke effecten worden meestal pas duidelijk (lang) na introductie van nieuwe stoffen. Door de ontwikkeling van kennis kunnen stoffen waar nu nog geen zorgen over bestaan in de toekomst mogelijk als ZZS worden aangemerkt;
- d) Veranderingen in gebruik van ZZS door ontwikkelingen in de samenleving: door de snelle ontwikkeling van innovaties (maar ook door veranderende eisen van de maatschappij) vinden er verschuivingen plaats in de vraag naar en het aanbod van stoffen, waaronder ZZS.

Van de drie uitdagingen worden in het rapport diverse praktijkvoorbeelden gegeven, waarna een analyse wordt gemaakt van mogelijke indicatoren en informatiebronnen voor het monitoren van ZZS in een CE. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen proces- en effectindicatoren. Een aantal hiervan kan op korte termijn operationeel zijn omdat ze zich baseren op informatie die op dit moment beschikbaar is. Andere indicatoren vragen om het actief verzamelen van aanvullende informatie die op dit moment nog nergens (of alleen gedeeltelijk) beschikbaar is. Om een dekkend beeld te krijgen van ZZS in een CE is het van belang om te beginnen met monitoring (waar dit al mogelijk is) en tegelijk te werken aan het verkrijgen van aanvullende informatie die (nog) niet beschikbaar is.

Aan de hand van een toekomstbeeld voor 2050 worden ten slotte aanbevelingen gedaan voor acties voor korte (2020-2021), middellange (2021-2030) en lange (2030-2050) termijn om dit beeld te realiseren.

De acties worden onderverdeeld aan de hand van de eerder geïdentificeerde uitdagingen, met daarbij specifieke acties voor monitoring van de voortgang.

De transitie naar een CE en de rol van ZZS daarin vindt plaats in een complex en dynamisch speelveld met nieuwe stoffen, kennis en technologieën, verschuivende (grond)stoffenbehoeftes en nieuwe beleidsintenties. Het is daarom goed deze aanbevelingen voor zowel beleidsontwikkeling als monitoring te zien als aanzet voor een breder besproken en gedragen onderzoeks-, monitorings- en beleidsagenda en deze periodiek te evalueren en waar nodig bij te sturen.

1 Introductie

Nederland heeft de doelstelling om de transitie naar een circulaire economie (CE) in 2050 te hebben gerealiseerd [Rijksoverheid, 2019c]. Daarnaast streeft Nederland naar een zogenoemd 'non-toxic environment', waarbij risico's voor de gezondheid van mens en milieu verwaarloosbaar zijn, doordat zorgstoffen niet meer in het milieu terecht komen [Ökopol, RIVM *et al.*, 2017a; Ökopol, RIVM *et al.*, 2017b].

Chemische stoffen worden vanwege hun eigenschappen toegepast in processen, materialen en producten en dienen daarin verschillende functies. Ze worden bijvoorbeeld gebruikt in zuivere vorm (bijvoorbeeld door de chemische industrie), in een mengsel met andere stoffen (bijvoorbeeld in metaallegeringen, brandstof, wasmiddel en smeermiddelen), als additief in een materiaal of als bouwsteen (monomeer) om een polymeer te maken. Deze stoffen kunnen vanwege hun gevaareigenschappen zeer zorgwekkende stoffen (ZZS¹) zijn. Risico's van stoffen ontstaan door een combinatie van de gevaareigenschappen van een stof en de blootstelling van mens en/of milieu aan die stof. Blootstelling kan bijvoorbeeld optreden tijdens productie en tijdens of na gebruik van producten. De precieze blootstelling aan een ZZS (en daarmee het risico) is afhankelijk van de toepassing van de stof. Dit rapport richt zich specifiek op ZZS omdat omgang met deze stoffen om extra voorzichtigheid vraagt vanwege hun gevaareigenschappen (zoals het veroorzaken van kanker, schadelijkheid voor de voortplanting of slechte afbreekbaarheid in het milieu). Veel punten in het rapport zijn echter ook van toepassing op het gebruik van andere chemische stoffen, die geen zeer zorgwekkende gevaareigenschappen hebben, maar wel tot risico's voor mens en milieu kunnen leiden.

Op dit moment is er veelal nog sprake van een lineaire economie en worden de meeste producten na hun functionele gebruiksfase ("end-of-use") vernietigd (verbrand) of gestort. Er zijn echter veel ontwikkelingen gaande in de transitie naar een CE. Voorbeelden zijn de opkomst van gescheiden inzameling en recycling, maar ook nieuwe chemische recyclingmethoden en de vernieuwde aandacht voor hergebruik en reparatie van producten. De transitie naar een CE vindt plaats in een sterk dynamisch speelveld. Dit geeft nieuwe kansen maar kan ook nieuwe risico's geven voor het omgaan met ZZS. Zo worden er nieuwe stof-toepassing combinaties ontwikkeld (o.a. vanwege de energietransitie), waarbij nieuwe toepassingen en daarmee risico's van ZZS kunnen ontstaan. Het is cruciaal voor een veilige CE om te weten wat er met een ZZS gebeurt wanneer producten, onderdelen en materialen een tweede (of volgende) toepassing krijgen. Dit is vooral relevant als de nieuwe toepassing anders is dan de oorspronkelijke. Dit kan tot nieuwe onbedoelde blootstelling van werknemers, gebruikers en milieu aan ZZS leiden.

¹ In hoofdstuk 2 wordt het begrip 'zeer zorgwekkende stoffen (ZZS)' verder uitgelegd.

De transitie naar een CE vraagt om een andere omgang met ZZS, en biedt momentum om veiliger en preventiever met ZZS en risico's daarvan om te gaan. In een CE moeten producenten duidelijke 'end-of-use' scenario's voor hun producten ontwikkelen. Hierbij moet rekening worden gehouden met blootstelling aan ZZS in volgende toepassingen. Verantwoord hergebruik van materialen vraagt inzicht in welke stoffen waar in zitten en vergroot het belang van verantwoorde keuzes voor stoffen tijdens de ontwerpfase. Beschikbaarheid van informatie door de gehele keten over stoffen in materialen en producten in het algemeen en ZZS in het bijzonder, is bepalend voor de mogelijkheden om de diverse materialen verantwoord te hergebruiken. Onvoldoende informatie noodzaakt tot beperkt hergebruik of zelfs vernietiging van materialen.

Doelstelling en projectaanpak

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft het RIVM gevraagd (a) aan te geven wat de belangrijkste aandachtspunten en te nemen stappen zijn om verantwoord om te gaan met ZZS in combinatie met het circulair maken van productketens en (b) wat de mogelijke eerste stappen gericht op ZZS zijn om deze transitie te monitoren. Van hieruit is de hoofdvraag van dit rapport geformuleerd als:

Wat zijn de belangrijkste uitdagingen voor het verantwoord omgaan met ZZS in (de transitie naar) een CE en welke eerste stappen kunnen worden genomen om ZZS in een CE te monitoren?

Deze vraag staat centraal in dit rapport, dat onderdeel is van het werkprogramma voor monitoring en sturing CE 2019-2023 [PBL, 2019]. Het project valt onder WP 3, 'Grondstoffen Informatie Systeem' (GRIS).

Om bovenstaande vragen te beantwoorden geeft dit RIVM rapport:

- een overzicht van de belangrijkste uitdagingen op het raakvlak tussen ZZS en CE;
- een eerste inventarisatie van mogelijke indicatoren voor monitoring van ZZS in een CE;
- aanbevelingen voor eerste acties in de aanpak van de geïdentificeerde uitdagingen en te ondernemen stappen om een monitoringstrategie voor ZZS in een CE in gang te zetten.

Het doel van dit rapport is om aandacht te vragen voor ZZS in de transitie naar een CE. Hierbij is belangrijk om op te merken dat dit rapport slechts een verkenning is. Dit rapport moet dan ook worden gezien als ondersteuning bij verdere discussie over beleidsontwikkeling en monitoring rond dit thema. Overheden, bedrijven en maatschappelijke organisaties worden uitgenodigd om verder te werken aan de uitdagingen die in het rapport worden geschetst. Dit rapport pretendeert niet om een volledig overzicht van de problematiek te schetsen, laat staan om uitputtende oplossingen te geven. Vervolgdiscussies over dit thema moeten leiden tot een vollediger beeld van de problematiek en tot het verder ontwikkelen van acties en oplossingsrichtingen om met deze problematiek aan de slag te gaan, zowel op het gebied van beleid als voor de invulling van monitoring.

Dit rapport richt zich op hergebruik van grondstoffen en daarbij horende (potentieel) schadelijke blootstellingen voor de gezondheid van mens en milieu. Andere thema's zoals milieu-impact, voorkomen van (zwerf)afval, grondstoffenschaarste en -afhankelijkheid, gebruik van hernieuwbare energiebronnen en grondstoffen, socio-economische factoren en maatschappelijke perceptie komen deels aan bod in dit rapport maar de focus ligt hier niet op.

Dit rapport is tot stand gekomen in een relatief kort tijdsbestek op basis van expertkennis die beschikbaar is binnen het RIVM en input van een externe begeleidingscommissie. Daarbij is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de ons bekende beschikbare bronnen over deze thema's. Omdat het belangrijkste doel van deze rapportage het agenderen van een probleem is en we daarbij niet beogen volledig te zijn, is er geen uitgebreide literatuurstudie uitgevoerd voor deze rapportage. Het kan daarom zijn dat externe bronnen die mogelijk relevant zijn binnen het thema van dit rapport niet gebruikt zijn. Om toch een verbreding te geven van het RIVM gezichtspunt dat deze rapportage biedt, is ervoor gekozen om een aantal externe deskundigen te vragen een korte reflectie te geven bij dit rapport. Dit rapport is geschreven met Nederland als uitgangspunt, maar de discussie over ZZS en CE is nadrukkelijk ook een internationale.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van begrippen, beleidsprogramma's, maatregelen en ontwikkelingen rond ZZS in een CE. In hoofdstuk 3 wordt een theoretische verkenning van het omgaan met ZZS in een CE gegeven en worden de (in onze ogen) belangrijkste uitdagingen beschreven en geïllustreerd met voorbeelden. De inzichten verkregen in hoofdstuk 3 helpen bij het in beeld brengen van mogelijkheden voor monitoring in hoofdstuk 4. Daarna volgen in hoofdstuk 5 de belangrijkste aanbevelingen. Dit rapport wordt afgesloten met een conclusie en nawoord in hoofdstuk 6 en een aantal korte reflecties van externe deskundigen in hoofdstuk 7. Het rapport sluit af met een kort dankwoord in hoofdstuk 8.

2 Begrippen en beleidsmatig kader

2.1 Zeer Zorgwekkende Stoffen

Begrippen

De identificatie van ZZS is vastgelegd in het Activiteitenbesluit milieubeheer [Wettenbank Overheid, 2019]. Hierin staat dat de criteria voor ZZS volgen uit artikel 57 van de REACH Verordening [ECHA, 2019e]. Stoffen met één of meer van de volgende gevaareigenschappen voldoen aan deze criteria en zijn daarmee in Nederland ZZS [RIVM, 2019b]:

- Kankerverwekkend (C: carcinogen)
- Mutageen (M: mutagen)
- Giftig voor de voortplanting (R: toxic for reproduction)
- Persistent, bioaccumulerend en giftig (PBT: persistent, bioaccumulative and toxic)
- Zeer persistent en zeer bioaccumulerend (vPvB: very persistent and very bioaccumulative)
- Soortgelijke zorg voor gezondheid van mens of milieu (Equivalent Level of Concern, zoals hormoonverstorende stoffen)

Bedrijven die chemische stoffen op de markt brengen zijn zelf verantwoordelijk om na te gaan of de stoffen die zij gebruiken voldoen aan de ZZS criteria. Er is dus geen limitatieve lijst met ZZS. Wel heeft het RIVM als hulpmiddel een lijst van bekende ZZS samengesteld. Deze lijst is gebaseerd op verschillende internationale wetten en verdragen. Deze lijst met ZZS wordt tweemaal per jaar bijgewerkt en bevat op dit moment circa 1400 stoffen [RIVM, 2019c].

In Europa wordt gewerkt met een lijst van 'Substances of Very High Concern' (SVHC) [ECHA, 2019a]. Voor deze SVHC gelden dezelfde criteria als voor de Nederlandse ZZS. Het verschil tussen de SVHC-lijst en de Nederlandse ZZS-lijst is dat SVHC in Europa door het Europees Chemicaliën Agentschap (ECHA) worden vastgesteld op basis van een dossier dat door lidstaten of ECHA wordt ingediend. Dit is een proces dat een aantal jaar in beslag neemt. Ieder jaar wordt een aantal stoffen aan de SVHC-lijst toegevoegd. Op dit moment staan er circa 200 stoffen op de SVHC-lijst. Deze stoffen staan vanzelfsprekend ook allemaal op de Nederlandse ZZS-lijst.

Potentiële ZZS (pZZS) zijn stoffen die mogelijk voldoen aan de ZZS criteria, maar nog niet als ZZS zijn geïdentificeerd. Dit kan zijn omdat bepaalde gegevens ontbreken of omdat de evaluatie van de beschikbare gegevens nog moet plaatsvinden. Als hulpmiddel voor bevoegde gezagen stelt het RIVM, in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, een pZZS-lijst samen. Deze bestaat uit een limitatieve lijst die gebaseerd is op ontwikkelingen binnen het REACH kader op basis van beleidsmatige zorgen rond het gebruik of de eigenschappen van een stof. De lijst met potentiële ZZS bevat circa 350 stoffen [RIVM, 2019d]. Ook de pZZS-lijst wordt tweemaal per jaar door het RIVM geactualiseerd.

ZZS kunnen worden gebruikt in productieprocessen, in (onderdelen van) producten en in materialen. In dit rapport gebruiken we voor het gemak de begrippen 'producten en materialen' in relatie tot het gebruik van ZZS. Hierbij wordt onder producten de in REACH gedefinieerde begrippen "artikelen" en "mengsels" verstaan. Soms zal naast producten en materialen ook een verbreding richting processen of onderdelen expliciet benoemd worden. Ook daar waar dit niet expliciet benoemd is, is een verbreding van deze terminologie mogelijk relevant. Kader 1 geeft aan de hand van productie- en gebruiksvolumes een indicatie van de omvang van het gebruik van ZZS.

Kader 1: Indicatie van productie- en gebruiksvolumes van schadelijke stoffen in de EU

In Europa moeten alle stoffen waarvan jaarlijks meer dan 1 ton wordt geproduceerd, gebruikt of op de markt gebracht, worden geregistreerd bij het Europees Chemicaliën Agentschap (ECHA). Bij deze registratie moeten de gevaareigenschappen van de stoffen worden vermeld. Ook moet een zeer grove indicatie van het tonnage worden gegeven. ECHA rapporteerde in 2014 dat 512 van 1312 bekende CMR stoffen waren geregistreerd [ECHA, 2015]. Dit betekent dat 40% van de stoffen met een geharmoniseerde CMR classificatie in de CLP verordening [ECHA, 2019b] in Europa in een hoeveelheid boven de 1 ton wordt geproduceerd, gebruikt of op de markt gebracht.

Daarnaast verzamelt Eurostat informatie over de productie en het gebruik van chemische stoffen in de EU [Eurostat, 2018]. De aandacht gaat daarbij vooral uit naar stoffen die gevaarlijk zijn voor mens en milieu. De productie van deze (gevaarlijke) chemische stoffen vindt in de EU vooral plaats in West Europa. Eurostat gebruikt de CLP classificatie als onderbouwing om stoffen aan te merken als 'schadelijke' stoffen. Het gaat daarbij om een grotere verzameling van stoffen dan alleen ZZS. Hieronder vallen namelijk ook stoffen die bijvoorbeeld acuut (zeer) giftig zijn voor mens of milieu, of schade aan organen kunnen veroorzaken. Acute toxiciteit en orgaanschade zijn op zichzelf geen ZZS criteria, maar wel in combinatie met de eigenschappen persistentie en bioaccumulatie (PBT staat voor persistent, bioaccumulatief én toxisch). De CMR stoffen die Eurostat presenteert zijn allemaal wel ZZS.

Het aandeel stoffen dat schadelijk is voor het milieu bedraagt ongeveer 30% van het totale volume geproduceerde stoffen. Voor volksgezondheid ligt dit percentage aanmerkelijk hoger: rond 75%. Dit betekent dat ongeveer driekwart van de totaal in de EU geproduceerde stoffen (ordegrootte 250 miljoen ton per jaar) 'schadelijk' is volgens de CLP classificatie. Het aandeel geproduceerde CMR stoffen in de EU bedraagt ongeveer 30-40 miljoen ton per jaar. Dit CMR productievolume is nagenoeg gelijk gebleven in de periode 2004-2017 en komt neer op een percentage van rond 14% van het totaal volume geproduceerde stoffen in de EU. Een min of meer vergelijkbaar percentage en volume geldt voor de gebruikte CMR stoffen in de EU. Eurostat onderscheidt geen PBT stoffen in zijn analyses.

Eurostat geeft geen informatie over hoe de bovengenoemde 30-40 miljoen ton CMR stoffen is verdeeld over de individuele CMR-stoffen in combinatie met hun toepassingen (processen, producten en materialen).

Een belangrijk deel van de CMR stoffen worden als intermediair gebruikt; deze stoffen komen uiteindelijk niet terecht in (consumenten) producten en materialen. Het is daarom lastig om expliciet te maken wat de omvang is van de ZZS stroom in producten en materialen of in productieprocessen, die mogelijk een probleem geven in (de transitie naar) een CE. Wel is duidelijk dat het naar verwachting (ook in Nederland) om grote productie- en gebruiksvolumes gaat, die bovendien in de periode 2004-2017 geen dalende trend laten zien. De Eurostat overzichten maken eveneens duidelijk dat niet alleen ZZS maar ook andere schadelijke stoffen (zoals acuut toxische stoffen of stoffen die orgaanschade kunnen veroorzaken) aandacht vragen op weg naar een veilige circulaire economie.

ZZS beleid

De Nederlandse overheid pakt ZZS met voorrang aan. Mensen en ecosystemen kunnen in contact komen met ZZS via het milieu (bijvoorbeeld via lucht, water of bodem), voedsel, de werkplek of via producten. Het ZZS beleid richt zich op het weren van ZZS uit de leefomgeving, waarbij emissies zo veel mogelijk worden gereduceerd (de minimalisatieverplichting onder het Activiteitenbesluit [Wettenbank Overheid, 2019]). Deze bronaanpak kan verschillende maatregelen omvatten. Hieronder vallen zowel substitutie van ZZS door veiligere stoffen als ook organisatorische en technologische aanpassingen. Als bronaanpak niet mogelijk is, moeten andere maatregelen worden genomen om de emissies verder terug te dringen.

Naast de minimalisatieverplichting wordt ook via een aantal internationale kaders bronaanpak en minimalisatie van blootstelling aan zorgwekkende stoffen gestimuleerd:

- Vervanging van bepaalde stoffen door minder gevaarlijke stoffen of technieken. Dit vindt plaats via restrictie (voor stoffen die een risico voor mens of milieu geven) en autorisatie (voor SVHC stoffen) in REACH en in mondiale verdragen zoals het Verdrag van Stockholm [United Nations Environment Programme, 2019];
- Europese beperkingen aan het gebruik in specifieke toepassingen (b.v. in speelgoed [ECHA, 2019d; European Parliament and Council, 2012] of in elektrische apparaten [European Parliament and Council, 2011]);
- Voor bepaalde zorgwekkende stoffen (b.v. kankerverwekkende stoffen) is op Europees niveau geregeld dat toelaten hiervan als gewasbeschermingsmiddel [European Parliament and Council, 2009] of biocide [European Parliament and Council, 2012] in principe verboden is;
- Het stimuleren van innovatie waardoor minder zorgwekkende stoffen worden gebruikt of uitgestoten.

Doel van het beleid rond potentiële ZZS is toepassen van voorzorg, door bijvoorbeeld nader onderzoek of het beperken van de uitstoot van deze stoffen [InfoMil, 2019a]. De lijst met potentiële ZZS is bedoeld als hulpmiddel voor bevoegd gezag en bedrijven.

2.2 Circulaire Economie

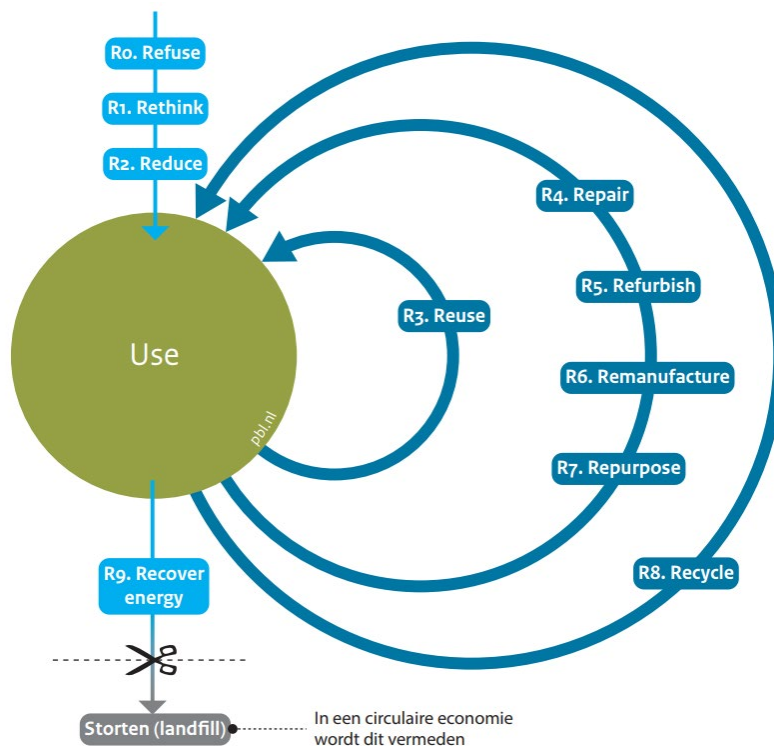
Begrippen

Het kabinet heeft in 2016 het Rijksbrede Programma Circulaire Economie gepubliceerd [Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2016]. Onder een 'circulaire economie' (CE) wordt hier het volgende verstaan:

"In 2050 worden grondstoffen efficiënt ingezet en hergebruikt, zonder schadelijke emissies naar het milieu. Voor zover er nieuwe grondstoffen nodig zijn, worden deze op duurzame wijze gewonnen en wordt verdere aantasting van de sociale en fysieke leefomgeving en de gezondheid voorkomen. Producten en materialen worden zo ontworpen dat ze kunnen worden hergebruikt met zo min mogelijk waardeverlies en zonder schadelijke emissies naar het milieu."

Het Rijksbrede Programma identificeert sectoren en grondstofketens die prioriteit krijgen binnen de transitie naar een CE. Deze ketens worden ingedeeld in vijf transitieagenda's: **biomassa en voedsel**, **kunststoffen**, **maakindustrie**, **bouw** en **consumptiegoederen**.

De R-ladder (Figuur 1) is een systeemkader dat de CE indeelt in een hiërarchische ladder met verschillende treden voor efficiënter omgaan met grondstoffen is. Als vuistregel geldt dat hogere treden op de R-ladder de voorkeur hebben.



Bron: PBL

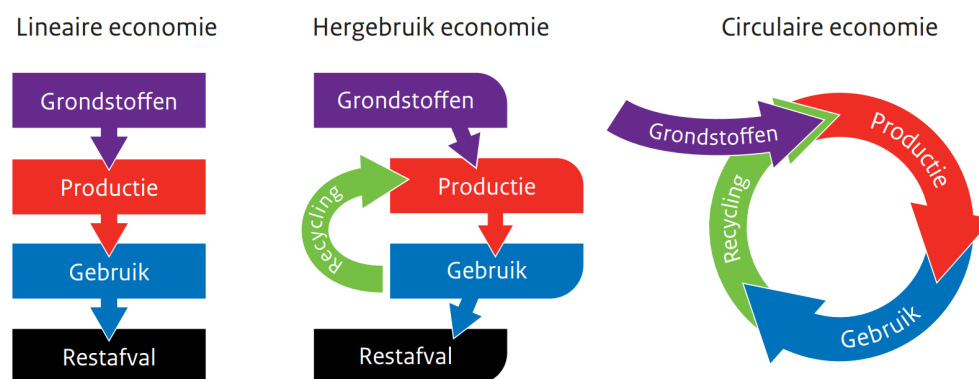
Figuur 1. R-ladder voor hergebruik van materialen [Potting, Hanemaaijer et al., 2017]

Binnen de R-ladder zijn de stappen R3-R7 in het bijzonder toepasbaar voor serviceproducten: grondstoffen die tijdens gebruik niet of

nauwelijks slijten of verbruikt worden. Deze producten kunnen door middel van mechanische of chemische verwerking weer in omloop worden gebracht in wat we de technosfeer noemen. Deze technosfeer is vooral relevant voor de transitieagenda's **kunststoffen, maakindustrie, bouw** en **consumptiegoederen**.

Producten die door hun toepassing verbruikt worden of sterk slijten, komen onvermijdelijk in de biosfeer terecht, inclusief daarin aanwezige ZZS. Denk hierbij aan schoonmaakmiddelen, cosmetica, meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen, maar ook aan de buitenste laag van autobanden. Hiervoor zijn de strategieën R3-R7 minder (of helemaal niet) toepasbaar maar dat betekent niet dat deze producten geen rol hebben in een CE. Producten die onvermijdelijk verbruikt worden, dienen ontworpen te worden om (uiteindelijk) veilig af te breken in biologische systemen. Zo ontstaan nieuwe grondstoffen voor biologische systemen, terwijl als dit niet het geval is, vervuiling ervan plaatsvindt. Veilige terugkeer van materialen naar de biosfeer is voornamelijk relevant voor de transitieagenda's **biomassa** en **voedsel en consumptiegoederen**.

Een typische productketen kent doorgaans in de lineaire economie een productie-, gebruiks- en afvalfase. In een CE gaat dit over in productie, gebruik en veilig hergebruik (waaronder recycling tot grondstoffen voor nieuwe producten) [Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2016]. Op dit moment is nog geen sprake van een CE. De huidige situatie laat zich beter omschrijven als een lineaire economie waarin op een steeds grotere schaal hergebruik van materialen plaatsvindt, maar waarin ook nog steeds op grote schaal sprake is van nieuwe grondstofwinning, netto import van producten en materialen en verwijdering of vervuiling als afval: een gedeeltelijke hergebruik economie (Figuur 2).



Figuur 2. Visuele presentatie van de overgang van een lineaire naar een circulaire economie [Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2016].

Het is niet reëel om van het ene op het andere moment alle producten en productieprocessen volledig circulair te maken. Bovendien heb je te maken met producten die al in omloop zijn en grotendeels niet ontworpen zijn om (veilig) hergebruikt te worden. Om een veilige CE op grote schaal te realiseren, zijn innovatie en verandering nodig op zowel technologisch vlak als op het vlak van businessmodellen. De periode

waarin de grotendeels lineaire praktijk geleidelijk overgaat in een situatie waarin materialen op grote schaal veilig hergebruikt worden, noemen we de transitie naar een CE.

CE beleid

In het Rijksbrede Programma Circulaire Economie staan de ambities genoemd, met brede doelstellingen voor de korte termijn, voor 2030 en voor 2050. In 2050 worden alle grondstoffen efficiënt ingezet en hergebruikt, zonder schadelijke emissies naar mens en milieu. Voor 2030 wordt de tussentijdse doelstelling uitgesproken van 50% minder gebruik van primaire grondstoffen (mineraal, fossiel en metaal). Voor de uitvoering van de CE ambities op korte termijn is het Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2019-2023 opgesteld [Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2019]. In dit programma worden concrete activiteiten van overheid en bedrijfsleven gepresenteerd die dienen als nieuwe stappen, stimulans, illustratie en inspiratie voor de transitie naar de CE voor de periode 2019-2023. Deze activiteiten kunnen gekoppeld zijn aan de vijf transitieagenda's maar het programma behandelt ook dwarsdoorsnijdende thema's.

Om de voortgang van de transitie naar de CE volgens het Rijksbrede Programma en het Uitvoeringsprogramma te kunnen monitoren, is het Werkprogramma voor Monitoring en Sturing CE 2019-2023 ontwikkeld [PBL, 2019]. Dit monitoringsprogramma is ingericht om inzichtelijk te maken in welke mate de gestelde doelen in beleid worden behaald en opties aan te reiken voor eventuele bijsturing.

Afvalbeleid

Het huidige Landelijk Afvalbeheerplan (LAP3) is het beleidskader voor afval in Nederland [Rijkswaterstaat, 2019a]. LAP3 vergelijkt de doelen van stoffenbeleid en afvalbeleid in een circulaire economie en concludeert dat:

"een balans moet worden gevonden tussen het stimuleren van recycling enerzijds en het verminderen van de hoeveelheid gevaarlijke stoffen in de economie anderzijds. In de Europese discussie over recycling van materialen die ZZS bevatten is de Nederlandse inzet dat op Europees niveau een methodologie wordt geformuleerd voor het bepalen van de beste optie (B.14.4.1)."

Het LAP3 hanteert een risicobenadering om te bepalen in welke gevallen nuttige toepassing van afvalstoffen, die een verontreiniging met ZZS bevatten, kan worden toegestaan.

2.3 Safe & Circular by Design

Safe by Design is het concept waarbij veiligheid integraal en vroegtijdig meegenomen wordt in een ontwerp gericht op duurzame producten en processen.

"Safe-by-Design houdt in dat veiligheid van materialen, producten en processen voor mens en milieu al zo veel mogelijk in de ontwerpfase wordt meegenomen. Juist dan liggen cruciale keuzes over grondstoffen, basistechnieken en toepassingen voor. Safe-by-Design is erop gericht om al in het vroegste stadium van onderzoek en ontwikkeling deze aspecten mee te wegen. Dit vraagt dan ook om een (nieuw)

veiligheidsbewustzijn van wetenschappers en proces- en productontwikkelaars, maar ook van het management van bedrijven dat de investeringsbeslissingen neemt. Het ontwikkelen van een strategie om te komen tot een non-toxic environment past hierbij. Hier gaat het veelal om het ontwerpen van niet-toxische of misschien zelfs niet-chemische alternatieven voor bepaalde toxische stoffen.” [Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018]

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat geeft invulling aan Safe by Design door middel van een gelijknamig programma [Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat & RIVM, 2019]. Hierbij wordt ook sterk de nadruk gelegd op het verband met CE. Door op beide aspecten (Safe & Circular) nadruk te leggen vanaf de ontwerpfase, kunnen de principes elkaar versterken. Een product dat is ontworpen vanuit het Safe by Design principe kan namelijk veilig (opnieuw) worden toegepast in een CE. Als dit product bovendien is ontworpen met herbruikbare en scheidbare materialen, ontstaat een extra stimulans voor hergebruik van de (veilige) materialen. Deze combinatie krijgt internationaal dan ook steeds meer aandacht, ook in het bedrijfsleven [Ellen MacArthur Foundation & Cradle to Cradle Products Innovation Institute, 2018].

3 Uitdagingen rond Zeer Zorgwekkende Stoffen in een Circulaire Economie

3.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk zijn de begrippen ZZS, CE en Safe (& Circular) by Design en de verschillende beleidsprogramma's kort beschreven. Daar bleek al dat deze begrippen sterk met elkaar verbonden zijn en dat maatregelen in het ene kader door kunnen werken in een ander kader. In de huidige (lineaire) economie kan het gebruik van ZZS al leiden tot milieu- en gezondheidsrisico's. In een CE zal het veilig omgaan met ZZS ingewikkelder worden omdat materialen en producten op verschillende manieren opnieuw worden gebruikt, wat mogelijk tot nieuwe blootstellingsroutes leidt. In deze paragraaf illustreren we deze mogelijke veranderingen in blootstelling (zie tabel 1) en bespreken we twee extreme scenario's om met ZZS en CE om te gaan. Daarna formuleren we achtereenvolgens de drie (in onze ogen) belangrijkste uitdagingen voor de omgang met ZZS in een CE. Ten slotte gaan we in op de noodzaak voor integrale afwegingen over het gebruik van ZZS in een CE.

Veranderende risico's van ZZS in een CE

In paragraaf 2.2 is de R-ladder voor (her-)gebruik van materialen gepresenteerd. Deze R-ladder beschrijft tien strategieën om het gebruik van materialen te verminderen of materialen opnieuw in te zetten. Deze strategieën kunnen invloed hebben op het gebruik en de mogelijke risico's van ZZS. Tabel 1 geeft voorbeelden van veranderende blootstellingen aan ZZS door het toepassen van deze strategieën. In sommige gevallen kan dit ook leiden tot nieuwe risico's. Deze tabel is bedoeld ter illustratie, niet om een uitputtend overzicht te geven.

Tabel 1. Illustratie van hoe risico's van ZZS kan veranderen door de implementatie van verschillende R-strategieën.

R-strategie	Mogelijke verandering risico's van ZZS
R0 Refuse	Deze strategie leidt tot minder grondstoffengebruik doordat de functionaliteit van een product op een andere manier wordt ingevuld, door een niet chemische oplossing of zelfs niet meer wordt aangeboden. ZZS in deze materialen worden dan automatisch ook minder gebruikt, bijvoorbeeld biologische in plaats van chemische gewasbescherming en digitale in plaats van geprinte kassabonnen.
R1 Rethink	Door materialen en producten op andere manieren in te zetten kan het gebruik ervan intensiever worden. Denk bijvoorbeeld aan deelauto's. Deze verandering kan door hogere slijtage van materialen met ZZS tot extra risico's leiden.
R2 Reduce	Door hetzelfde product met minder grondstoffen en materialen te maken (materiaal-efficiëntie) worden

R-strategie	Mogelijke verandering risico's van ZZS
	mogelijk ook minder ZZS gebruikt. Aan de andere kant kan dit ook tot extra gebruik en nieuwe risico's leiden als de functionaliteit wordt behouden door toepassen van extra ZZS.
R3 Re-use	Re-use zorgt voor minder nieuwe producten en daarmee voor minder gebruik van ZZS voor nieuwe (virgin) materialen. Langer gebruik van een product kan wel samengaan met hogere blootstelling aan ZZS, bijvoorbeeld als materialen meer slijten dan zonder hergebruik of als producten hergebruikt worden die ZZS bevatten die in nieuwe producten niet meer toegestaan zijn.
R4 Repair R5 Refurbish R6 Remanufacture	Idem als R3, met als aanvulling dat er mogelijk nieuwe of andere ZZS nodig zijn voor het herstel, opknappen of vervangen van onderdelen. Dit is mogelijk minder dan bij productie van een nieuw product.
R7 Repurpose	Onderdelen worden hergebruikt in een product met een andere toepassing. Over het algemeen is hier in het oorspronkelijke ontwerp geen rekening mee gehouden en kunnen de risico's in deze nieuwe toepassing anders liggen. Kennis van de aanwezigheid van ZZS is essentieel (ander type blootstelling/slijtage) om risico's van ZZS te beheersen.
R8 Recycle	Ook bij het recyclen van materialen en grondstoffen is kennis van de aanwezigheid van ZZS essentieel, bijvoorbeeld omdat materialen in andere toepassingen kunnen worden gerecycled met mogelijk ongewenste blootstelling tot gevolg. Het bepaalt de kwaliteit en eventueel het risico van toepassen in de nieuwe productcyclus. Rubbergranulaat op kunstgrasvelden is een praktijkvoorbeeld van een recycling toepassing waarbij de risico's voor mens en milieu opnieuw zijn geëvalueerd, omdat in de nieuwe toepassing de blootstelling van mens en milieu aan de materialen verandert. Dit wordt verder toegelicht in Kader 2.
R9 Recover	Het terugwinnen van energie uit materialen kan leiden tot emissies van ZZS. Bij verbranding vinden emissies naar de lucht plaats en via digestaat als meststof (na productie van biogas) kunnen emissies naar bodem of grondwater plaatsvinden. Kennis over aanwezigheid van ZZS is daarom essentieel. Of de ZZS-emissies anders uitpakken in een CE hangt af van of de huidige situatie anders is dan R9. In veel gevallen is R9 al de huidige praktijk.

Kader 2: Praktijkvoorbeeld rubbergranulaat op kunstgrasvelden

Het stimuleren van CE zorgt voor andere (nieuwe) toepassingen van materialen. Een bekend voorbeeld is het gebruik van oude autobanden als instrooi materiaal (infill) op kunstgrasvelden. Een autoband bevat honderden chemische stoffen waaronder verschillende ZZS, zoals diverse polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs) en bisfenol A. Deze stoffen zitten ook in de rubberkorrels die van deze banden gemaakt worden en kunnen daaruit vrijkomen waardoor blootstelling van mens en milieu aan deze stoffen kan plaatsvinden. Het RIVM onderzocht de mogelijke risico's voor (amateur) sporters en het milieu [Oomen & Groot, 2016; Verschoor, Bodar *et al.*, 2018]. Deze onderzoeken laten zien dat in de directe omgeving van kunstgrasvelden met rubbergranulaat milieurisico's kunnen optreden, maar dat de risico's van het sporten voor de mens nagenoeg verwaarloosbaar zijn. Desondanks blijft de aanwezigheid van diverse ZZS en andere gevaarlijke stoffen in de korrels tot wetenschappelijke en maatschappelijke discussies leiden over de risico's voor sporters. Bijvoorbeeld in het wetenschappelijke discours: een aantal wetenschappers heeft andere – meer stringente- opvattingen over de te hanteren uitgangspunten en aannames in de risicobeoordeling. Zij vinden dat het voorzorgsprincipe moet worden toegepast vanwege onzekerheden in de risicobeoordeling.

Deze vorm van hergebruik van oude autobanden past bovendien niet in een volledige CE. Een deel van de korrels komt namelijk terecht in de biosfeer, waardoor ze niet vaker hergebruikt kunnen worden in technische kringlopen en ook niet biodegraderen (zie 2.2). Op deze manier komen niet alleen stoffen vrij uit de korrels, maar belanden ook plasticdeeltjes (microplastics) in het milieu.

Een CE wordt vaak geassocieerd met recycling of andere vormen van hergebruik, waarbij materialen opnieuw worden toegepast in gecontroleerde, technische kringlopen. Zoals aangegeven in paragraaf 2.2 kunnen ZZS echter ook een rol spelen in meer open toepassingen in de biosfeer. Enkele van deze toepassingen worden hier apart besproken om dit aspect expliciet uit te lichten. Materialen (inclusief ZZS) die in de biosfeer terechtkomen, kunnen tot risico's leiden, bijvoorbeeld doordat er meer slijtage optreedt of als er biologisch afbreekbare materialen worden gebruikt waar ZZS in aanwezig zijn. In een veilige CE moeten deze materialen zo ontworpen zijn dat ze veilig 'hergebruikt' kunnen worden in biologische systemen. Dit betekent dat deze stoffen mee moeten kunnen draaien in de biologische kringloop. Dat is nu vaak niet het geval, wat leidt tot vervuiling van de biologische systemen en blootstelling van het milieu aan ZZS. Voorbeelden hiervan zijn:

- Het gebruik van hulpstoffen in de productie van biologisch afbreekbaar plastic; een basispolymeer kan bijvoorbeeld veilig zijn voor biologische systemen maar in de toegevoegde kleurstoffen, stabilisatoren, of andere additieven kunnen nog steeds ZZS aanwezig zijn, die door de toepassing of bij afdanking (bijvoorbeeld via compost) ook in biologische systemen terecht komen;
- Het gebruik van verschillende medicijnen zorgt mogelijk voor ZZS in het afvalwater. Als vervolgens producten worden gemaakt uit dat afvalwater zoals struviet (fosfaatmineraal), ontstaat er

- een mogelijk risico door de aanwezigheid van (ZZS-) medicijnresten in dit product;
- Het gebruik van bestrijdingsmiddelen waarvan resten achterblijven in bodem, waardoor de bodemkwaliteit achteruitgaat;
 - Consumptiegoederen zoals cosmetica en schoonmaakmiddelen, die door hun functionaliteit tijdens gebruik geconsumeerd worden en daarmee onvermijdelijk in de biosfeer terecht komen, terwijl ze vaak niet veilig af kunnen breken in biologische systemen.

Denkbeeldige scenario's voor het omgaan met ZZS in een CE

De voorbeelden in tabel 1 laten zien dat een CE kan leiden tot een ander gebruik van ZZS en dat dit kan leiden tot andere blootstellingsscenario's (en daarmee risico's van ZZS). Hoe de risico's van ZZS in een CE daadwerkelijk uitpakken wordt ook bepaald door (het samenspel tussen) beleidsmaatregelen die worden genomen om tot een CE te komen en beleidsmaatregelen die worden genomen voor het beheersen van risico's van ZZS. Deze veranderingen in risico's illustreren we aan de hand van twee denkbeeldige scenario's waarin de overheid bepaalde (ingrijpende) maatregelen neemt op het gebied van ZZS en/of CE. Door de scenario's uit te werken, ontstaat een beter beeld van de uitdagingen die er zijn bij het omgaan met ZZS bij het realiseren van een volledige CE.

Denkbeeldige scenario's:

1. **Zo snel mogelijk realiseren van 100% hergebruik en recycling van materialen en producten.** In dit scenario worden alle materialen en producten opnieuw gebruikt. Het gebruik van nieuwe materialen wordt daarmee geminimaliseerd. De consequentie hiervan is dat ZZS die op dit moment aanwezig zijn in huidige materialen, in nieuwe producten terecht komen en ZZS dus in feite rondgepompt blijven worden. Dit past niet binnen de beleidsdoelstelling om het gebruik van ZZS zo veel mogelijk te voorkomen of te vervangen door veilige alternatieven. Daarnaast blijft de maatschappelijke vraag naar materialen en producten niet gelijk in de toekomst; deze vraag verandert continu door ontwikkelingen en innovaties. Materialen die in het verleden belangrijk waren, zijn dit mogelijk in de toekomst niet meer. Denk hierbij bijvoorbeeld aan lood in beeldbuisglas in oude televisies. In flatscreen televisies is het gebruik van lood in glas niet nodig, waardoor er een nieuwe toepassing nodig is voor het loodhoudende glas. Andersom kan de vraag naar ZZS ook toenemen door veranderingen in de maatschappij, zoals de groeiende vraag naar materialen voor de energietransitie (zie Kader 7 voor een praktijkvoorbeeld over lithium-ion batterijen). Hieraan kan niet volledig worden voldaan met wat vrijkomt uit bestaande producten, waardoor de vraag naar nieuwe ZZS kan toenemen.
2. **Alle nieuwe materialen en producten die op de markt worden gebracht zijn zo snel mogelijk vrij van ZZS en zijn vanuit het Safe by Design principe ontworpen.** Belangrijkste vraag (of knelpunt) in dit scenario is: wat gebeurt er met materialen en producten die nu in omloop zijn (inclusief de ZZS hierin)?

Materialen of ZZS die niet meer toegestaan zijn in nieuwe producten maar nog wel in omloop zijn, noemen we "legacy". Als deze materialen niet opnieuw in omloop mogen worden gebracht (of alleen na verwijdering van ZZS) dalen hoeveelheden ZZS die in de samenleving in omloop zijn relatief snel (al zal dit voor materialen met een lange gebruiksfase langzamer gaan). Voorwaarde hiervoor is wel dat tijdens de afval- of hergebruikfase, onderscheid gemaakt kan worden tussen "schone" producten en producten met ZZS. Dit leidt echter zeker op korte en middellange termijn tot een geringe mate van hergebruik.

Als deze legacy-materialen opnieuw worden gebruikt *zonder* de ZZS te verwijderen, blijven de ZZS in het systeem. Beperken van het gebruik van bestaande materialen betekent een lagere mate van circulariteit en verlies van materialen.

Verder is het nog de vraag of het voor alle toepassingen lukt om een Safe by Design alternatief te realiseren. Voor sommige toepassingen blijven mogelijk ZZS nodig, omdat de toepassing onmisbaar is voor de samenleving en er geen veilige alternatieven beschikbaar zijn (essentiële toepassingen²). Ten slotte zijn er ook in de toekomst stoffen die de status van ZZS krijgen, als gevolg van het beschikbaar komen van nieuwe informatie. In de toekomst word je dus regelmatig met nieuwe ZZS geconfronteerd, inclusief de vraag of het materiaal of product waar dit in zit dan nog wel kan worden hergebruikt.

Bovenstaande scenario's leren ons dat het verantwoord omgaan met ZZS, het stimuleren van hergebruik van materialen of het veilig ontwerpen van nieuwe producten niet altijd vanzelfsprekend samen gaan. Het doorvoeren van maatregelen kan naast positieve ook ongewenste effecten hebben zowel voor de CE als voor het omgaan met ZZS. Het is de kunst om te zoeken naar het optimale samenspel van maatregelen om beleidsdoelen voor zowel ZZS als CE te realiseren. In de volgende paragrafen gaan we in op de belangrijkste uitdagingen die spelen bij het verantwoord omgaan met ZZS in een CE. Deze uitdagingen illustreren we aan de hand van een aantal voorbeelden uit de praktijk. De verschillende uitdagingen hangen nauw met elkaar samen en overlappen deels.

3.2 Uitdaging 1: Beschikbaarheid van informatie in de keten over ZZS

Er zijn zeer veel ZZS en ze komen voor in veel producten (in grote en kleine hoeveelheden en vaak verschillende ZZS tegelijk). Door de open economie en de import van veel artikelen vanuit de EU en daarbuiten, gaan ZZS de hele wereld over. Productketens zijn complex en kennen veel verschillende stakeholders in de fases van productie, gebruik en afval of hergebruik. Zo wordt "productie" doorgaans niet uitgevoerd in één stap, maar doorlopen stoffen en materialen verschillende stappen (denk aan formuleren, mengen, componentproductie en productassemblage). In een CE doorloopt een materiaal of product bovendien meerdere cycli (mogelijk in verschillende toepassingen) en

² In paragraaf 3.4 gaan we verder in op het begrip essentiële toepassingen.

kan er sprake zijn van tussentijdse reparatiestappen. Door dit soort interacties en terugkoppelingen wordt het systeem complexer.

Door materialen met ZZS opnieuw in omloop te brengen, kunnen nieuwe blootstellingen en daarmee risico's ontstaan voor mens en milieu. Kennis over de aanwezigheid van ZZS in materialen en producten is dus noodzakelijk om geïnformeerde keuzes te kunnen maken over veilig hergebruik van materialen en producten. Sterker nog: omdat ZZS een dynamisch begrip is (van bestaande stoffen kan alsnog ontdekt worden dat ze ZZS zijn) en er naast ZZS andere stoffen bestaan die schadelijke eigenschappen kunnen hebben, zou voor een complete afweging idealiter informatie beschikbaar zijn over volledige samenstellingen van materialen en producten. Het gaat hierbij vaak om vertrouwelijke en bedrijfsgevoelige informatie, waardoor het voor producenten niet aantrekkelijk of zelfs onmogelijk is om volledig transparant te zijn over hun samenstellingen.

Een deel van deze informatie is aan het begin van de keten beschikbaar, mede vanuit verplichtingen die op nationaal en Europees niveau aan producenten en importeurs worden opgelegd. Deze informatie spitst zich echter doorgaans toe op een selecte groep stoffen (bijvoorbeeld SVHC's uit REACH, die slechts een deel van de ZZS omvatten). Bovendien geldt de plicht om andere stakeholders in de keten te informeren over de aanwezigheid van deze stoffen vaak pas vanaf een bepaalde concentratie in het materiaal of product. Soms is informatie over ZZS daardoor helemaal niet beschikbaar (ontbrekende kennis). Hierbij is de (ongecontroleerde) import van producten via internetwinkels een punt van zorg. Daarnaast wordt in de praktijk de informatie vaak niet doorgegeven met een materiaal of product door de gehele keten, mede door de complexiteit van die keten. Een andere complicerende factor is dat materialen en producten met ZZS vaak gemengd worden ingezameld na gebruik. Dit alles leidt ertoe dat de kennis van stoffen in materialen en producten vaak ergens in de keten verloren gaat, soms al vóór de gebruiksfase van een product, anders wel in de afvalfase en de verwerking richting hergebruik [European Commission, 2018; Schoenmakere, Hoogeveen et al., 2019; Wachholz, Arditi et al., 2017].

Er zijn verschillende databases en rapportages die voor verschillende actoren en op verschillende plaatsen in de productketen over verschillende type stoffen informatie geven. Er is echter in de huidige situatie geen sluitend beeld van ZZS in productketens in de economie en de risico's die ze mogelijk veroorzaken. Voor een veilige CE is het nodig dat informatie over ZZS in de hele keten beter beschikbaar komt en blijft, bijvoorbeeld voor:

- Ontwikkelaars (R&D) / ontwerpers / producenten / assembleurs die werken aan de realisatie van veilig en circulair ontworpen producten;
- Inkoopers / gebruikers / eigenaren die veilig (circulaire) producten willen gebruiken en aanbieden voor hergebruik;
- Ontmantelaars / slopers / recyclers / anderen die veilig materialen of producten willen hergebruiken;
- Bevoegd gezag (als vergunningverleners en toezichthouders) die actief volgen en controleren door de hele keten van productie, gebruik en hergebruik van materialen en producten.

In een veilige CE is het dus niet voldoende om enkel tijdens de productiefase toegang te hebben tot informatie over (veiligheid van) stoffen, inclusief ZZS. Deze informatie is ook nodig voor veilig gebruik en hergebruik en moet dus door de gehele keten beschikbaar blijven. Het grote aantal ZZS maakt dat het in de praktijk heel moeilijk is om bij overgang naar een CE volledig zicht te hebben op alle ZZS die in omloop zijn. Het praktijkvoorbeeld over ZZS in vergunningverlening (Kader 3) geeft een indruk van de complexiteit bij het beschikbaar maken van informatie over ZZS. Het is zaak om tijdens de transitie stappen te zetten in het beter beschikbaar stellen van informatie over ZZS. Het in één keer volledig transparant maken van alle productketens is ondoenlijk maar er is al veel winst te behalen door eerst te focussen op prioritaire sectoren, productketens, materialen of stoffen: het zogenaamde laaghangend fruit.

Kader 3: Praktijkvoorbeeld ZZS in vergunningverlening

Om meer inzicht te krijgen in de emissies van ZZS, is de provincie Zuid-Holland in 2017 gestart met het opvragen van informatie bij bedrijven hierover. Dit initiatief is gevolgd door de andere provincies en door Rijkswaterstaat. Het RIVM verzamelt in opdracht van het Ministerie IenW de emissiegegevens van de ZZS naar lucht en water uit deze informatieverzoeken. Hiermee wordt een overzicht samengesteld van de actuele emissies van ZZS door bedrijven in Nederland. Dit betreft niet alleen emissies van ZZS die door bedrijven worden gebruikt; het betreft ook ZZS die als gevolg van de productieprocessen worden gevormd. In reactie op de uitvraag geven verschillende branches (bijvoorbeeld de afvalbedrijven en bedrijven in de olie- en petroleumindustrie) aan dat het aanleveren van de gevraagde gegevens knelpunten oplevert. Deze problemen spelen vooral voor mengsels (met soms gedeeltelijk onbekende samenstelling of variërende samenstelling) en mengstromen van producten omdat hierbij de precieze samenstelling onbekend is. Bij sommige branches spelen ook vraagstukken rond vertrouwelijkheid van gegevens; de precieze samenstelling van hun product is concurrentiegevoelige informatie en daar kunnen ZZS onderdeel van zijn.

Het (deels) ontbreken van informatie over de aanwezigheid van ZZS in (mengsels en mengstromen van) producten maakt het moeilijk om vanuit het bedrijf informatie over emissies van ZZS te verschaffen en voor het bevoegd gezag om de juistheid van de gegeven informatie te verifiëren.

3.3 Uitdaging 2: Uitbreiden van verantwoordelijkheid door de hele productketen

Verschillende stakeholders (bedrijven, overheden en gebruikers) hebben een verantwoordelijkheid bij het gebruik van ZZS (en andere stoffen) in materialen en producten, maar kunnen die vaak niet nemen of hebben te maken met tegenstrijdige belangen. Om een veilige CE te kunnen realiseren, is het noodzakelijk dat alle partijen in de keten hun verantwoordelijkheid nemen. Dit begint bij producenten die vanaf de ontwerpfase rekening moeten houden met het veilig hergebruiken van hun materialen en producten na de gebruiksfase. Safe & Circular by Design speelt hier een belangrijke rol (voor nieuwe producten). Maar ook het correct en volledig informeren van gebruikers en verwerkers en

het opzetten van samenwerkingen om de beoogde end-of-use scenario's te realiseren (voor bestaande en nieuwe materiaalstromen) zijn hier onderdeel van. Het productontwerp en de informatievoorziening door producenten (of importeurs) moet zo worden ingericht, dat ook stakeholders verderop in de keten hun verantwoordelijkheid kunnen nemen voor veilige omgang van ZZS in gebruik en verwerking van materialen en producten.

Er zijn op dit moment al verschillende initiatieven genomen voor Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid (UPV) voor een aantal productgroepen. Voorbeelden hiervan zijn plastic verpakkingen (Raamovereenkomst Verpakkingen II), elektronica (Wecycle) en auto accu's en autobanden. Daarnaast bestaan er verschillende vrijwillige initiatieven waarin producenten verantwoordelijkheid (willen) nemen voor het einde van de gebruiksfase, bijvoorbeeld voor matrassen (verder uitgewerkt in Kader 4), gevels [Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2016], of spijkerbroeken [MUD-Jeans, 2019].

Kader 4: Praktijkvoorbeeld circulaire matrassen

In matrassen worden doorgaans uiteenlopende materialen toegepast, die vaak irreversibel met elkaar verlijmd zijn en bovendien verschillende ZZS kunnen bevatten (bijvoorbeeld broomhoudende vlamvertragers). Dat maakt dit soort matrassen onaantrekkelijk voor hergebruik, waardoor ze vaak in een laagwaardige toepassing of zelfs in de verbrandingsoven terecht komen. Door in de ontwerpfase van matrassen al rekening te houden met veilige materiaalkeuzes en mogelijkheden voor hergebruik, wordt het makkelijker om deze producten ook daadwerkelijk te hergebruiken.

Zo heeft een matrassen- en beddenproducent haar verantwoordelijkheid in de keten uitgebreid door in het productontwerp samen te werken met leveranciers om reversibele lijmen toe te passen. Dit maakt het mogelijk om verschillende materialen van elkaar te scheiden. Het bedrijf is ook samenwerkingen aangegaan met logistieke partners, recyclers voor de individuele materialen en nieuwe businessmodellen (leaseconstructies) om de producten daadwerkelijk veilig en hoogwaardig te hergebruiken [Auping, 2018].

Waar eerst een keten bestond waarbij elke betrokkene alleen verantwoordelijkheid neemt voor zijn eigen schakel (en niet verder), ontstaat nu een andere situatie. Door de verantwoordelijkheid voor producten af te stemmen met de betrokken partijen in de keten, groeien veilige en circulaire productie, gebruik en hergebruik naar elkaar toe. Vanuit het Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2019-2023 wordt middels een icoonproject matrassen met beleidsmakers, wetenschappers, ondernemers en consumenten gewerkt aan het verwezenlijken van circulariteit in de matrassenketen.

Hoewel er veel afhangt van de ontwerpfase van producten, is er aan het einde van de gebruiksfase ook veel winst te behalen. Zo is het belangrijk dat er bij hergebruik van producten en materialen (zoals bij recycling) voldoende aandacht wordt besteed aan het identificeren, scheiden, traceren en verwijderen en/of vernietigen van ZZS uit materiaalstromen. Dit is vooral relevant voor (mengsels van) ZZS in bestaande materiaalstromen, waarbij in de ontwerpfase bijvoorbeeld nog geen rekening is gehouden met de wens om na de gebruiksfase van

het product de materialen (hoogwaardig) te recyclen. Ontwikkelen van nieuwe en verbeterde technieken voor het identificeren van ZZS in materiaalstromen en het verwijderen en of vernietigen ervan, leiden niet alleen tot veiligere en meer waardevolle secundaire materialen uit bestaande toepassingen maar verbreden ook de mogelijkheden die producenten hebben voor het ontwerp van veilige producten die hoogwaardig gerecycled kunnen worden.

Er ligt ook een verantwoordelijkheid voor de Rijksoverheid die de wenselijke ontwikkelingen rond ketenverantwoordelijkheid kan faciliteren door wetgeving te maken die hierop aansluit en tegelijk realistische overgangsmaatregelen kan treffen. Bovendien kunnen overheden goede praktijken stimuleren door het juiste voorbeeld te geven met eigen inkoopbeleid.

3.4 Uitdaging 3: Veilig omgaan met ZZS in een CE daar waar uitfaseren niet mogelijk is

Hoewel gestreefd wordt naar het vervangen van alle ZZS en daar belangrijke stappen in gezet kunnen worden, is het volledig uitfaseren van deze stoffen op korte en (middel)lange termijn niet reëel. ZZS zijn op veel plekken aanwezig in onze huidige maatschappij en er zijn verschillende redenen waarom uitfaseren niet gemakkelijk is en we er voorlopig dus mee te maken hebben. We delen deze verschillende redenen voor aanwezigheid van ZZS op in vier categorieën:

- a) "Legacy" (erfenis): door sterk in te zetten op Safe & Circular by Design in de ontwerpfase, en door ZZS zoveel mogelijk te verbieden in nieuwe producten, kan de instroom van nieuwe ZZS verlaagd worden. Dat neemt niet weg dat ZZS nog aanwezig zijn in producten die nu nog in omloop zijn. Het uitfaseren van ZZS vraagt om het verantwoord omgaan met legacy materialen en de ZZS daarin. Ook omdat concentraties in ZZS in recyclingstromen over de tijd kunnen toenemen (door ophoping). Verwijdering van ZZS uit deze stromen ligt voor de hand, maar is technisch of economisch niet altijd haalbaar en kan mogelijk tot nieuwe risico's of milieu-impacts leiden (zoals verhoogd energieverbruik).
- b) Essentiële toepassingen: ZZS kunnen onbedoeld ontstaan tijdens een proces en dit is niet altijd te voorkomen. In veel andere gevallen worden ZZS echter gebruikt vanwege hun functionaliteit en vraagt uitfasering van de ZZS om vervanging door veilige alternatieven. In sommige gevallen is het de vraag of er veilige(re) alternatieven bestaan of dat het ontstaan van ZZS tijdens productie voorkomen kan worden. In die gevallen kan uitfaseren van een ZZS resulteren in de overschakeling op een andere ZZS (zogenoemde 'regrettable substitution'). Zo zijn er voorbeelden van ZZS waarbij de functionaliteit van de stof inherent gekoppeld is aan de schadelijke eigenschappen die de stof heeft. Een voorbeeld hiervan is terphenyl hydrogenated in heat transfer fluids (uitgewerkt in Kader 5). Op het moment dat gekozen wordt om deze stof uit te faseren, kan dat betekenen dat ook een bepaald product moet worden uitgefaseerd. Hierbij moet dan de vraag gesteld worden of dit product noodzakelijk (essentieel) is en of er in brede zin alternatieve materialen of technieken beschikbaar zijn.

In het Montreal Protocol (waarin afspraken zijn gemaakt over het uitfaseren van stoffen die de ozonlaag afbreken) is de term 'essentieel gebruik' gedefinieerd voor deze specifieke groep van stoffen [United Nations Environment Programme, 2016].

Belangrijke elementen uit deze definitie zijn:

- De stoffen zijn nodig voor gezondheid, veiligheid of ze zijn kritisch voor het functioneren van de maatschappij; en
- Er zijn geen technisch en economisch haalbare alternatieven of de alternatieven zijn onacceptabel vanuit milieu- of gezondheidsperspectief.

Kader 5: Praktijkvoorbeeld terphenyl hydrogenated in heat transfer fluids

Een voorbeeld van een stof waarbij de schadelijke eigenschappen inherent gekoppeld zijn aan de functionaliteit is terphenyl hydrogenated. Deze stof wordt gebruikt in heat transfer fluid systemen (HTF/warmteuitwisselingsvloeistof), voornamelijk in industriële en professionele toepassingen bij hoge temperatuur (boven 300 °C). Deze HTF-systemen kennen veel industriële toepassingen, zoals in de productie van plastic (PET), in de productie van aluminium en bij de productie van hernieuwbare energie uit biomassa. De HTF-systemen zijn in principe gesloten systemen en de vloeistof moet ongeveer om de zestien jaar worden vervangen. De hoge temperaturen die in de systemen voorkomen, vereisen dat de stof zeer stabiel is omdat de stof anders in het systeem snel zal ontleden en veel vaker vervangen moet worden. Mogelijke alternatieven voor terphenyl hydrogenated moeten bijvoorbeeld iedere twee tot vier jaar worden vervangen en hebben vergelijkbare gevaareigenschappen. Hierbij bestaat de kans dat een verbod resulteert in de overstap van de ene ZZS naar de andere ("regretable substitution"). De benodigde eigenschappen van deze stoffen zijn ook eigenschappen die maken dat de stoffen ZZS zijn. In het geval dat de ZZS-eigenschappen van een stof zo sterk samenhangen met de functionaliteit is dit te verwachten en wordt de discussie over essentiële gebruiken relevant.

- c) Nu nog onbekende ZZS: schadelijke effecten worden meestal pas duidelijk (lang) na introductie van nieuwe stoffen. Door de ontwikkeling van nieuwe kennis over eigenschappen van stoffen, kunnen stoffen waar nu nog geen zorgen over bestaan in de toekomst mogelijk als ZZS worden aangemerkt. Zo ontstaat gaandeweg een nieuwe "legacy" aan ZZS stoffen, waar we op dit moment nog geen besef van hebben. Meer informatie hierover staat in het praktijkvoorbeeld over PFAS (kader 6).

Kader 6: Praktijkvoorbeeld PFAS

De afkorting PFAS staat voor poly- en perfluoralkylstoffen. Dit zijn door de mens gemaakte stoffen die van nature niet in het milieu voorkomen. PFAS hebben nuttige eigenschappen: ze zijn onder andere water-, vet- en vuilafstotend. Ze zitten in verschillende producten, waaronder smeermiddelen, voedselverpakkingsmaterialen, blusschuim, anti-aanbaklagen van pannen, kleding, textiel en cosmetica. Ook worden ze gebruikt in verschillende industriële toepassingen en processen. Hoeveel verschillende PFAS door mensen zijn gemaakt is niet precies bekend. De Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO) heeft vastgesteld dat er ruim 4000 PFAS bestaan, maar mogelijk zijn het er meer [OECD, 2018]. Van een aantal stoffen uit de grote groep van PFAS weten we dat ze ZZS eigenschappen hebben. Voorbeelden hiervan zijn PFOS (perfluoroctaansulfonzuur) en PFOA (perfluorooctaanzuur). Deze stoffen zijn ZZS omdat ze niet afbreken in het milieu (persistent zijn), ophopen in het menselijk lichaam en in dieren (bioaccumuleren) en schadelijke effecten kunnen geven in mensen en het milieu (toxisch); zogenoemde PBT stoffen.

Het gebruik van PFOS en PFOA is vanwege de schadelijke eigenschappen inmiddels sterk teruggedrongen. PFOA werd in Nederland gebruikt om onder andere anti-aanbaklagen van pannen te produceren. Inmiddels is deze stof vervangen door zogenoemde GenX-stoffen. Van deze GenX-stoffen werd gedacht dat ze minder bioaccumulerend en toxisch zijn dan bijvoorbeeld PFOS en PFOA. Ook over GenX-stoffen komt inmiddels steeds meer informatie beschikbaar. De huidige informatie laat zien dat deze stoffen persistent, mobiel (zich snel verspreiden door het milieu) en toxisch zijn en in juni 2019 heeft ECHA besloten om deze stoffen aan te merken als SVHC (en daarmee in Nederland ook als ZZS) [RIVM, 2019a]. Dit laat zien dat het begrip ZZS geen statisch begrip is en dat door het beschikbaar komen van nieuwe informatie er nieuwe zorgen over stoffen kunnen ontstaan.

- d) Veranderingen in gebruik van ZZS door ontwikkelingen in de samenleving: door de snelle ontwikkeling van innovaties, maar ook door veranderende eisen van de maatschappij, vinden er verschuivingen plaats in de vraag naar en het aanbod van (grond)stoffen, waaronder ZZS. Zo vragen de energietransitie en een sterk digitaliserende samenleving om meer specifieke stoffen voor deze toepassingen, waaronder ook ZZS. Dat gaat samen met mogelijk nieuwe en andere blootstellingen aan deze stoffen, wat kan leiden tot nieuwe risico's. Meer informatie hierover wordt gegeven in het praktijkvoorbeeld over lithium-ion batterijen (Kader 7).

Kader 7: Praktijkvoorbeeld lithium-ion batterijen

Door de snelle ontwikkeling van innovaties, maar ook door veranderende eisen van de maatschappij, vinden er verschuivingen plaats in de vraag naar en het aanbod van grondstoffen. Zo is elektrische mobiliteit als onderdeel van de energietransitie een resultaat van nieuwe innovaties en veranderende maatschappelijke eisen. Energie voor elektronica en elektrische auto's wordt doorgaans opgeslagen in lithium-ion batterijen. De vraag naar dit type accu zal naar verwachting explosief toenemen in de komende jaren, voornamelijk vanuit de auto-industrie [Bosch, Exter *et al.*, 2019; Martin, Rentsch *et al.*, 2017]. Bovendien moeten bestaande batterijen in grotere mate hergebruikt of gerecycled worden om in de groeiende vraag van grondstoffen als lithium, nikkel en kobalt te kunnen voorzien en om geopolitieke afhankelijkheid te verkleinen. [Bosch, Exter *et al.*, 2019; Zeng & Li, 2013].

In lithium-ion batterijen kunnen meerdere ZZS vóórkomen, zoals kobalt, acetonitril, propaansulfon, 1,2-dimethoxyethaan of lithiumnikkeldioxide [Hofstra, 2018; Kuppevelt & Klingenberg, 2019]. Blootstelling aan deze of andere gevaarlijke stoffen vindt in potentie niet alleen plaats tijdens productie van de batterijen, maar kan ook voorkomen bij (auto) ongelukken en tijdens recycling. Dit gaat gepaard met mogelijke risico's voor consumenten en werknemers (in recycling en hulpverlening). Over de exacte risico's hiervan is nog weinig bekend. Omdat de ontwikkeling van lithium-ion batterijen snel plaatsvindt, is er nog geen effectief en opgeschaald systeem in werking voor de recycling van dit type batterijen. Autofabrikanten zijn weliswaar verantwoordelijk voor de terugname van hun accu's, maar in de praktijk zijn de accu's in ontwerp te complex om grondstoffen op een financieel haalbare manier hoogwaardig terug te winnen. Wel vindt hergebruik van de accu's voor energieopslag elders plaats, zoals voor zonne-energie (reuse/repurpose) [ARN, 2019; NRC, 2017; Wastenet, 2019]. Er is veel ruimte voor verbetering in het huidige ontwerp van lithium-ion batterijen om veilig gebruik en hergebruik mogelijk te maken en de betrokkenen van de juiste informatie te voorzien.

De noodzaak van integraal afwegen

Om beslissingen te nemen over verantwoord omgaan met ZZS en overschakelen naar een CE is een integrale afweging nodig, waarbij niet alleen naar de eventuele risico's van de ZZS wordt gekeken maar ook naar andere effecten op de maatschappij en het milieu. Een integrale kijk is belangrijk om een goede afweging te kunnen maken tussen verschillende waarden die we als maatschappij belangrijk vinden. Voorbeelden hiervan zijn: veiligheid van stoffen, efficiënt omgaan met materialen en andere aspecten van het beperken van onze milieudruk. Een integrale afweging kan anders uitvallen voor (onbedoeld) gebruik van ZZS in de toepassing van gerecyclede materiaalstromen, vergeleken met ZZS in nieuwe materialen en producten en moet daarom bij recycling specifiek hiervoor uitgevoerd worden.

In 2018 heeft de Europese Commissie een analyse gemaakt van het raakvlak tussen chemicaliën-, product- en afvalwetgeving en heeft

belangstellenden (waaronder particulieren, bedrijven, organisaties en overheidsinstanties) gevraagd hierop te reageren [European Commission, 2019]. Deze analyse bevat verschillende elementen die ook in dit rapport worden genoemd. De Nederlandse rijksoverheid heeft in een uitgebreide reactie haar visie gegeven op de problemen die door de Europese Commissie worden beschreven. In deze visie wordt geschetst hoe Nederland omgaat met vragen over recycling van materialen en producten met zorgstoffen. Nederland roept de Commissie ook op om met generiek kader te komen, waarmee de kosten en baten van het gebruik van de gerecyclede materialen met gevaarlijke stoffen voor de samenleving kunnen worden beoordeeld [Rijksoverheid, 2019d].

Er zijn verschillende methodieken beschikbaar voor het maken van een integrale (duurzaamheids) afweging van producten [Fernandez-Dacosta, Wassenaar *et al.*, 2019; Zijp, Waaijers-van der Loop *et al.*, 2017]. Voorbeelden van deze integrale (kwalitatieve) afwegingsmethodieken zijn LCA, Global Reporting Initiative, Dow Jones Sustainability Index en Sustainable Development Goals Compass [RIVM, 2019e]. Deze methodes zijn echter niet altijd in staat om risico's van ZZS (en andere zorgwekkende stoffen) mee te wegen en zijn veelal niet specifiek voor een circulair systeem. Het RIVM heeft recent een aantal methodieken voorgesteld voor het doen van een integrale afweging naar de wenselijkheid van het wel of niet recyclen van materialen met ZZS. Deze worden hieronder kort beschreven:

- Afwegingskader risicoanalyse ZZS in afval [Rijkswaterstaat, 2018; Zweers, Verhoeven *et al.*, 2018]. Dit kader is ontwikkeld als basis voor de risicoanalyse voor ZZS-houdend gerecycled materiaal die in het Derde Landelijk afvalbeheerplan (LAP3) wordt voorgeschreven. Op basis van vier kenmerken wordt besloten of het gebruik van ZZS-houdend afval voor een nieuwe toepassing wel of niet veilig is. Hierbij wordt gekeken naar de zuiveringsmogelijkheden van afvalstromen, ZZS-grenswaarden, type toepassing en de mogelijkheid om de ZZS te blijven volgen in de keten. In deze aanpak wordt geen afweging met andere risico's gemaakt, noch een vergelijking met de huidige situatie. Verder is de uitkomst van de afweging afhankelijk van hoe de grenswaarden zijn afgeleid/vastgesteld.
- Safe and Sustainable Material Loops [Quik, Lijzen *et al.*, 2019]. Dit is een modulair opgebouwd raamwerk waarmee voor- en nadelen van toelaten van materialen / grondstoffen met ZZS naast elkaar worden gezet. De module voor ZZS is gebaseerd op [Zweers, Verhoeven *et al.*, 2018]. Daarnaast zijn er modules voor andere risico's zoals pathogenen en medicijnresten, maar ook effecten zoals bijdrage aan de CE en milieu-duurzaamheid (energie en landgebruik).
- Clean material recycling project [De Blaeij, Bakker *et al.*, 2019]. Dit is een (in opdracht van de Europese Commissie opgesteld) raamwerk bedoeld voor nationale overheden om, specifiek voor recycling, de afweging binnen REACH-restricties te ondersteunen. Het raamwerk biedt een structuur om te beoordelen of het voor de maatschappij wenselijk is om secundair materiaal met ZZS te blijven toestaan en onder welke voorwaarden. Hierbij kan een breed scala aan effecten worden meegenomen.

We sluiten dit hoofdstuk af met een laatste praktijkvoorbeeld over lood in PVC (Kader 8). In dit voorbeeld is een expliciete afweging gemaakt tussen enerzijds het recyclen van bestaand materiaal met ZZS en anderzijds het verbranden hiervan.

Kader 8: Praktijkvoorbeeld lood in PVC

Tijdens productie van hard PVC worden stabilisatoren toegevoegd om het materiaal bij hoge temperatuur verwerkbaar te maken. Verschillende loodverbindingen kunnen worden toegepast. Deze loodverbindingen zijn ZZS. Recent is er een voorstel geweest om loodstabilisatoren in PVC te verbieden [ECHA, 2017]. Daarbij was de vraag of recycling van hard PVC met lood erin mogelijk moet blijven. Uit de impactanalyse die is uitgevoerd bleek dat lood uit PVC vooral risico's geeft bij verbranding van het PVC (rookgasreiniging vangt het lood niet 100 procent af). Bij die verbranding wordt lood geëmitteerd naar de lucht, wat via het milieu zorgt voor blootstelling bij mensen. Tijdens normaal gebruik van hard PVC en hergebruik na recycling worden deze emissies en blootstelling niet of nauwelijks verwacht. Het recyclen van loodhoudend PVC zorgt er dus voor dat risico's op dit moment worden vermeden en dat gelijktijdig materiaalefficiëntie wordt bereikt. Hierbij moet wel de kanttekening geplaatst worden dat loodemissies op een later moment alsnog plaats kunnen vinden (als het gerecyclede PVC alsnog als afval wordt verbrand). Om dat te voorkomen moeten er eisen gesteld worden aan het volgen van deze producten in de keten, met bijkomende inspanningen voor ketenpartners (met name bij herinzameling en recycling). Als de materiaalstroom met lood in beeld blijft kan, als op een zeker moment recycling niet meer mogelijk of wenselijk is, gezorgd worden voor verantwoorde afdanking. Hierbij worden emissies van lood en andere schadelijke stoffen zo veel mogelijk voorkomen.

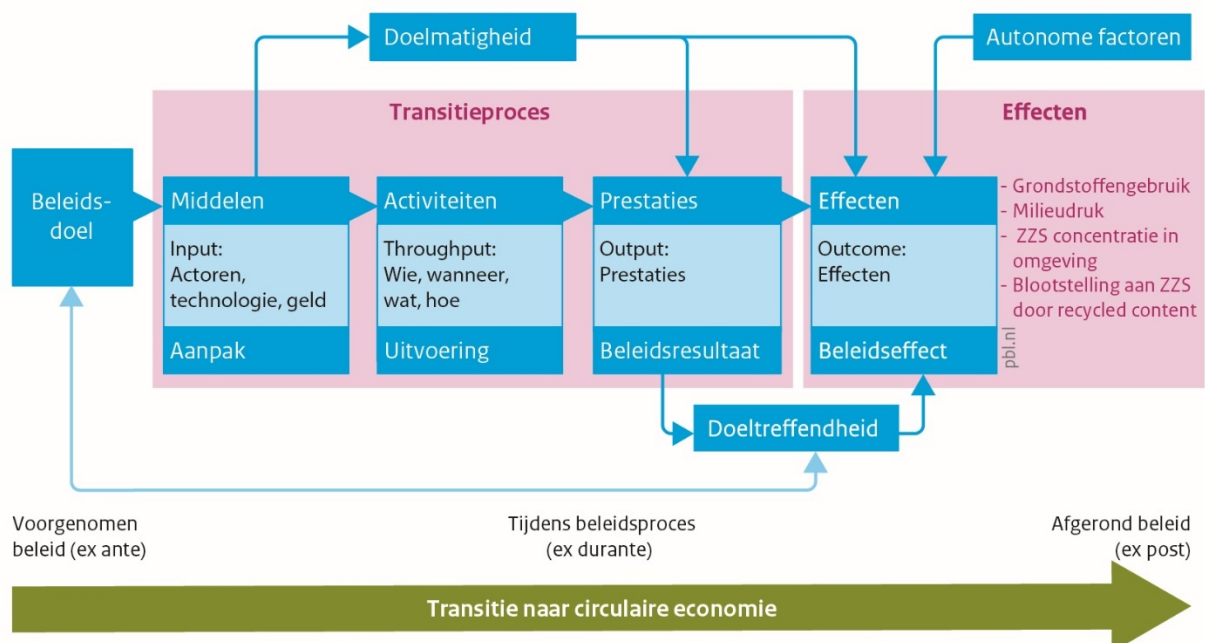
4 Monitoring

4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van indicatoren en informatiebronnen als mogelijke onderdelen van een monitoringstrategie voor ZZS in een CE. Een monitoringskader dient verschillende doelen:

- Het vergelijkt in hoeverre de bestaande situatie overeenkomt met de gestelde doelen (verantwoording afleggen, communiceren en bijstellen van strategie);
- Het verkent het effect van mogelijke maatregelen (bijdragen aan verbeterde vormgeving maatregelen en besluitvorming);
- Het evalueert het effect van genomen maatregelen (bijsturen van eerder genomen maatregelen);
- Het houdt een vinger aan de pols om onbedoelde neveneffecten te voorkomen of te minimaliseren.

Het RIVM stelt voor om voor ZZS binnen de transitie naar een CE onderscheid te maken tussen proces- en effectmonitoring, conform het model van PBL/CBS/RIVM [PBL, 2019]. De procesmonitoring geeft gaandeweg informatie over middelen (aanpak), activiteiten (uitvoering) en de prestaties (beleidsresultaten) daarvan. De effectmonitoring meet de effecten van deze acties in relatie tot de beleidsdoelen en mogelijke trade-offs. Figuur 3 geeft hier een overzicht van.



Figuur 3. Beleidsevaluatiekader voor monitoren van voortgang van transitie naar CE, bewerking RIVM [PBL, 2019].

4.2 Indicatoren

In het eerder verschenen rapport over monitoring van de transitie naar een CE [Potting, Hanemaaijer *et al.*, 2017] zijn geen indicatoren

voorgesteld voor veiligheid en is het onderwerp alleen benoemd als aandachtspunt. Wel zijn er in de afgelopen jaren verschillende rapporten verschenen over indicatoren voor monitoring van ZZS op nationaal niveau [Gezondheidsraad, 2018; Leeuwen, Smit *et al.*, 2014; Poorter & Leeuwen, 2016] en zijn er verschillende tools die ZZS (of zorgwekkende stoffen in bredere zin) meenemen voor integrale beoordelingen op productniveau [RIVM, 2019e].

Of een indicator geschikt is voor monitoring van ZZS in de transitie naar een CE, is afhankelijk van de context waarin en beleidsdoelen waarvoor de monitorresultaten gebruikt gaan worden. Tabel 2 geeft een eerste overzicht van mogelijke indicatoren voor monitoring van ZZS in een CE. Een aantal van de indicatoren kan op korte termijn operationeel zijn, omdat ze zich baseren op informatie die op dit moment beschikbaar is. Andere indicatoren vragen om het actief verzamelen van aanvullende informatie die op dit moment nog nergens (of alleen gedeeltelijk) verzameld wordt. De indicatoren zijn onderverdeeld naar proces- en effectmonitoring, maar ook naar fase in de productketen. Indicatoren die (gedeeltelijk) te herleiden zijn uit informatiebronnen die op dit moment of op korte termijn beschikbaar zijn, zijn in de tabel onderstreept en genummerd (#). Mogelijke informatiebronnen hiervoor staan aangegeven in tabel 3.

Tabel 2 moet gezien worden als een eerste brede inventarisatie van mogelijke indicatoren voor de monitoring van ZZS in de transitie naar een CE. Het is dus geen voorstel voor concrete invulling van ZZS monitoring.

Om te bepalen welke van deze indicatoren het meest geschikt zijn voor de nationale monitor en regionale uitvoeringsprogramma's, is het nodig om aan de hand van dit rapport samen met stakeholders te bepalen waarvoor en in welke context de monitoring gebruikt gaat worden. In hoofdstuk 5 van dit rapport worden aanbevelingen gedaan voor mogelijke acties op de korte en langere termijn om monitoring van ZZS in de transitie naar een CE in te vullen.

Tabel 2. Overzicht van potentiële indicatoren voor monitoring van ZZS in (de transitie naar) een CE inclusief een indicatie van de huidige informatiebeschikbaarheid (voor de onderstreepte en genummerde (#) indicatoren worden mogelijke bronnen genoemd in tabel 4).

Procesmonitoring				Effectmonitoring
Fase in keten	Middelen	Activiteiten	Prestaties	Effecten
Productie	<p>Beschikbare overheidsmiddelen om Safe & Circular by Design te stimuleren/faciliteren</p> <p>Investerings van bedrijven in Safe & Circular by Design</p>	<p>Ontwikkeling van onafhankelijke Safe & Circular by Design programma's, onderwijs en criteria</p> <p>Safe & Circular by Design doelstellingen in bedrijfsjaarplannen</p>	<p><u>Percentage nieuwe producten dat ZZS bevat (1)</u></p> <p><u>ZZS (aantal en volumes) aanwezig in nieuwe producten (2)</u></p> <p><u>ZZS (aantal en volumes) aanwezig in geïmporteerde producten (3)</u></p> <p><u>Emissie van ZZS tijdens productiefase (4)</u></p> <p>ZZS dynamiek in kaart brengen: massa flows en verandering in portfolio (hoe snel worden oude ZZS vervangen door alternatieven)</p>	<p>Verandering in blootstelling van werknemers aan ZZS</p> <p>Verandering in blootstelling van milieu aan ZZS in omgeving productielocatie.</p>
Gebruik	<p>Aandacht bij inkopen voor Safe & Circular by Design</p> <p>Aandacht bij inkopen voor borging veilige recycling en hergebruik na gebruik</p>	<p><u>Initiatieven om consumenten te informeren over (afwezigheid van) ZZS in (gerecyclede) materialen en producten (5)</u></p> <p>Aantal nieuwe innovaties om ZZS blootstelling te verminderen tijdens gebruiksfase</p>	<p>Maatschappelijk draagvlak voor gebruik van secundaire materialen</p> <p>Emissie van ZZS tijdens gebruiksfase door consumptie of slijtage</p>	
Hergebruik en afval	<p>Beschikbare middelen om recyclingmethodes die ZZS verwijderen te stimuleren</p> <p>Wettelijke verplichtingen voor</p>	<p>Aantal toegepaste recyclingmethodes met een focus op verwijdering van ZZS</p> <p>Aantal toegepaste recyclingmethodes waarbij verantwoord behouden van ZZS in de materiaalstroom wordt geborgd</p>	<p><u>ZZS aanwezig in gerecyclede (of op andere manier hergebruikte) producten (aantal en volumes) (6)</u></p> <p><u>Aandeel gerecyclede (of op andere manier hergebruikte) producten dat ZZS bevat, ten opzichte van gerecyclede producten die geen ZZS bevatten (7)</u></p>	

Procesmonitoring				Effectmonitoring
Fase in keten	Middelen	Activiteiten	Prestaties	Effecten
	reductie ZZS in gerecycled materiaal	Toepassing van risicoanalyse LAP3 hoofdstuk B14	<u>Emissie van ZZS tijdens (eerste en volgende) recyclingfasen (8)</u> Verwijderde ZZS tijdens recycling (aantal en volumes)	
Gehele keten	Beschikbare middelen om ketenmonitoring voor ZZS te realiseren	Aantal initiatieven voor behoud van informatie over materiaal en stoffen door de keten (bijvoorbeeld materiaalpaspoorten), met focus op zowel circulariteit als veiligheid van stoffen Contracten met leveranciers met borging veilig gebruik en hergebruik	Aantal materiaalpaspoorten met ZZS informatie dat in omloop is Aantal aanbestedingen waarbij aanwezigheid ZZS in hele keten is meegewogen Emissies van ZZS tijdens hele materiaalflow (verschillende voorziene materiaalcycli)	Gemodelleerde blootstelling aan ZZS Biomonitoring ZZS [https://www.hbm4eu.eu/] Aantal ongevallen of ziektelast gerelateerd aan ZZS <u>Potentieel biodiversiteitsverlies door emissies ZZS (9)</u> Potentieel verloren levensjaren door blootstelling aan ZZS <u>Gemeten verandering in concentratie ZZS in binnenlucht, buitenlucht, bodem en water (10)</u> Verandering van aanwezige hoeveelheid ZZS in de technosfeer en de biosfeer (lucht, water, bodem, materialen)

4.3 Beschikbare bronnen

Vanuit Europese wetgeving (REACH/CLP en Europese afvalregelgeving) worden eisen gesteld aan informatievoorziening in de keten. Deze informatie kan ook gebruikt worden voor monitoring. In tabel 3 zijn de belangrijkste potentiële informatiebronnen voor monitoring van ZZS opgenomen. Naast de bronnen die beschikbaar zijn of komen vanuit Europese regelgeving is de tabel aangevuld met andere (zowel nationale als internationale) initiatieven die kunnen dienen als informatiebron voor de genoemde indicatoren uit tabel 2. Per informatiebron is een korte beschrijving gegeven en wordt ingegaan op de bruikbaarheid ten behoeve van monitoring van ZZE in een CE.

Tabel 3. Mogelijke informatiebronnen voor indicatoren rondom ZZS in een CE.

Beschikbare bron	Beschrijving	Betrekking op indicator weergegeven in tabel 2
REACH verordening [ECHA, 2019c]	Informatie over SVHC stoffen in artikelen die beschikbaar zijn voor de consument. Deze database bevat informatie over de aanwezigheid van ZZS die SVHC zijn* in artikelen (*ca. 10% van de ZZS). De inhoud van de database is gebaseerd op de notificaties (importartikelen) en registratiedossiers. Hierin worden enkel stofnamen gekoppeld aan generieke producten, dus geen concentraties in specifieke producten of totale volumes. Het aantal notificaties kan wel een indicatie geven voor hoe vaak een SVHC wordt toegepast in artikelen.	2, 3
SCIP Database [ECHA, 2019f]	Informatie over SVHC stoffen (>0.1%) in artikelen toegankelijk gedurende de hele productketen (productie, gebruik, hergebruik/afval). Omdat alle SVHC binnen de groep van ZZS vallen, bevat deze database directe informatie over de aanwezigheid van ZZS, al is dit beeld niet volledig. De database bevat informatie over aanwezige SVHC in specifieke producten. De database is op dit moment nog leeg en moet in 2021 operationeel zijn.	1, 2, 3
Waarzitwatin [RIVM & VeiligheidNL, 2019]	Informatie over stoffen (dus breder dan SVHC of ZZS) in generieke productgroepen. Bevat geen informatie over exacte concentraties of specifieke producten. Er is speciale aandacht voor veilig gebruik van producten.	2, 3, 5

Beschikbare bron	Beschrijving	Betrekking op indicator weergegeven in tabel 2
Substances in Preparations in Nordic Countries [SPIN2000, 2019]	Informatie over toepassing van stoffen (hoeveelheden) waaronder ZZS, in en voor Noorwegen, Zweden, Denemarken en Finland. De gegevens zijn gekoppeld aan industrieën en generieke toepassingen, maar niet aan (specifieke) producten. Het aantal notificaties kan wel een indicatie geven van hoe vaak een ZZS wordt toegepast. Niet direct toepasbaar voor de Nederlandse markt, maar kan wel helpen in de prioritering.	1, 2, 3
Landelijk Afvalbeheerplan 3 [Rijkswaterstaat, 2019b]	Het LAP3 vraagt om een risicoanalyse om te bepalen of aanwezigheid van ZZS in afvalstromen leidt tot onaanvaardbare risico's voor mens en milieu. Op basis daarvan wordt besloten of het nuttig toepassen van deze afvalstromen al dan niet wordt toegelaten. Deze analyse bevat informatie over ZZS in afvalstromen, maar wordt per geval uitgevoerd. De resultaten worden niet in een centrale database opgeslagen, wat het ontsluiten van deze informatie bemoeilijkt.	6, 7
Materiaal-paspoorten	"Materiaalpaspoorten" is een verzamelnaam voor datasets die materiaalinformatie bevatten die (digitaal) meereizen met producten, ten behoeve van gebruik en/of hergebruik. Er bestaan meerdere initiatieven rondom dergelijke paspoorten. Deze initiatieven beperken zich nu nog vaak tot één of enkele sectoren (bijvoorbeeld de bouw), bepaalde stappen in de productketen (bijvoorbeeld informatievoorziening aan consumenten) of bepaalde data (bijvoorbeeld alleen generieke materiaalinformatie). Informatie die in een paspoort is opgenomen wordt op dit moment niet centraal afgestemd, waardoor er verschillen bestaan tussen de initiatieven. Zo wordt informatie over samenstellingen, aanwezigheid van ZZS of andere toxiciteitscriteria niet altijd meegenomen.	1, 2, 3, 5, 6, 7

Beschikbare bron	Beschrijving	Betrekking op indicator weergegeven in tabel 2
Elektronisch milieujaarverslag [Rijksoverheid, 2019a]	Een Nederlandse applicatie waarin bedrijven hun (industriële) emissies opstellen en rapporteren. De gegevens worden gebruikt in Europese rapportages. Deze database bevat gedetailleerde gegevens over de uitstoot van een beperkte set (enkele tientallen) ZKS. Het geeft informatie over de maatregelen die bedrijven hebben genomen om de emissies van ZKS te minimaliseren, maar niet over de aanwezigheid van ZKS in producten. Deze informatie is in principe geschikt voor het monitoren van emissies van ZKS maar geeft nu informatie over een te beperkte set van stoffen, om de ZKS als groep op te kunnen volgen. Met de verankering van het ZKS beleid in vergunningen neemt de informatie die deze database over ZKS bevat waarschijnlijk toe en ontstaat op termijn een vollediger overzicht.	4, 8
Nederlandse Emissieregistratie [Rijksoverheid, 2019b]	Een centrale database waar informatie over de emissies van circa 350 voor het milieubeleid relevante stoffen en stofgroepen naar zowel bodem, water als lucht, wordt geregistreerd. Deze bevat de gegevens van individueel geregistreerde puntbronnen (op basis van onder andere Milieujaarverslagen van bedrijven) en diffuse bronnen (deze emissies worden berekend door expertgroepen), inclusief de locaties waar deze emissies plaatsvinden. De database bevat gedetailleerde gegevens over de uitstoot van een beperkte set (enkele tientallen) ZKS. Deze informatie is in principe geschikt voor het monitoren van emissies van ZKS, maar geeft nu informatie over een te beperkte set van stoffen om de ZKS als groep op te kunnen volgen.	4, 8
Integral Pollutant Release and Transfer Register [InfoMil, 2019b]	Europese jaarlijkse milieujaarrapportage door industriële bedrijven, waarin zij rapporteren over hun afval, energie- en watergebruik en emissies naar lucht, water en bodem. Voor Nederland komen de gegevens in de emissieregistratie overeen met die in het ePRTR.	4, 8

Beschikbare bron	Beschrijving	Betrekking op indicator weergegeven in tabel 2
Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit [Ministerie van Infrastructuur en Milieu, RIVM <i>et al.</i> , 2019]	In het LML worden stoffen gemeten die als gas of als zwevende deeltjes in de lucht voorkomen. Ook worden stoffen gemeten die uitregenen in hemelwater. In het LML worden twee ZZS gemeten (koolmonoxide en benzeen). Deze metingen zijn in principe geschikt voor het monitoren van milieuconcentraties van deze ZZS, maar geven informatie over een te beperkte set van stoffen om de ZZS als groep te kunnen volgen.	10
Provinciale systemen voor luchtkwaliteit	Verschillende provincies hebben een meetnetwerk voor luchtkwaliteit, zie bijvoorbeeld het Luchtmeetnet DCMR [DCMR Milieudienst Rijnmond, 2019]. In deze meetnetwerken worden geen of enkele ZZS gemeten. Deze metingen zijn in principe geschikt voor het monitoren van milieuconcentraties van ZZS (voor zover deze worden gemeten), maar geven informatie over een te beperkte set van stoffen om de ZZS als groep op te kunnen volgen.	10
Waterkwaliteitsmetingen RWS [Rijkswaterstaat, 2019c]	Rijkswaterstaat verricht een groot aantal metingen naar de waterkwaliteit. Hierbij wordt zowel de biologische als de chemische waterkwaliteit bepaald. In het kader van de chemische waterkwaliteit worden ook verschillende ZZS gemeten. Deze metingen zijn geschikt voor het monitoren van concentraties in het milieu.	9, 10
ZZS emissiedatabase	Dit maakt deel uit van het Nederlandse ZSS-emissie beleid. Hiermee zijn vergunningplichtige bedrijven wettelijk verplicht de daadwerkelijke ZZS-emissies minimaal 1 maal per 5 jaar aan bevoegd gezag te melden, samen met een rapportage hoe het bedrijf de emissies verder zal minimaliseren. Het RIVM heeft in opdracht van het ministerie van I&W een database gemaakt om de emissiegegevens over ZZS veilig op te kunnen slaan en ontsluiten. Afspraken over het vullen van de database en het rapporteren hieruit worden in 2020 gemaakt.	4, 8

De overzichten in tabellen 2 en 3 geven een eerste aanzet voor indicatoren en informatiebronnen die gebruikt kunnen worden voor monitoring van ZZS in (de transitie naar) een CE. De meeste informatie die uit deze bronnen beschikbaar is over monitoring heeft vooral betrekking op de productiefase. Informatie doorstroom in de (vaak complexe) keten is op dit moment meestal beperkt. Bovendien zijn de beschikbare bronnen veelal toegespitst op een deel van de ZZS (zoals SVHC) en wordt vaak met grenswaardes gewerkt, waaronder informatie überhaupt niet beschikbaar komt.

Op basis van deze inventarisatie van indicatoren en bijbehorende bronnen blijkt, dat op korte termijn geen dekkend beeld geschetst kan worden van ZZS in een CE. Voor veel indicatoren zijn simpelweg (nog) geen informatiebronnen beschikbaar en de informatiebronnen die wel beschikbaar zijn bieden geen volledig beeld voor alle ZZS door de keten heen.

Wel kunnen eerste stappen worden gezet om de monitoring van ZZS in een CE op te zetten. Hiervoor is aanvulling en definitieve selectie van indicatoren en bronnen voor de nationale monitor en de individuele transitieagenda's noodzakelijk. Dit gaat samen met prioriteringsstappen voor relevante indicatoren die we op korte termijn kunnen meten en indicatoren die we nog niet kunnen, maar wel willen meten om dekkend te zijn. Hier is meer informatie voor nodig.

Hoofdstuk 5 gaat verder in op de eerste te nemen stappen voor monitoring in de context van de transitiedynamiek en doet aanbevelingen voor monitoringsacties in verschillende tijdstermijnen. Voor de concrete invulling van monitoring van ZZS in de transitie naar een CE, moet aangesloten worden bij de bredere activiteiten voor monitoring van CE en het werkprogramma monitoring en sturing CE 2019-2023. Hierbij is onder andere aansluiten bij het op te zetten Grondstoffen Informatie Systeem (GRIS) van belang.

5 Aanbevelingen

Dit hoofdstuk beoogt:

- een aantal concrete aanbevelingen te geven om stappen te zetten in het omgaan met de uitdagingen beschreven in hoofdstuk 3;
- om vanuit de geïdentificeerde mogelijkheden voor monitoring die zijn beschreven in hoofdstuk 4 over te gaan tot het daadwerkelijk opstarten van monitoring.

Welke acties zien wij als een logische eerste stap om een verantwoorde omgang met ZZS in de transitie naar een CE in te zetten? En om ZZS in deze transitie te kunnen monitoren? Net als in hoofdstuk 3 maken we onderscheid in de volgende drie uitdagingen:

1. *Beschikbaarheid van informatie* in de keten over ZZS ;
2. *Uitbreiden van verantwoordelijkheid* door de hele productketen;
3. *Veilig omgaan met ZZS* in een CE daar waar uitfaseren niet (meer) mogelijk is.

5.1 Lange termijn beeld

De transitie naar een CE en hoe daarin om te gaan met ZZS vraagt om een lange termijn beeld, aan de hand waarvan concrete acties kunnen worden bepaald voor de korte en (middel-)lange termijn. Gedurende de tijd kunnen de acties, waar nodig, bij worden gestuurd.

We gaan in dit hoofdstuk uit van het volgende toekomstbeeld voor 2050:

Gedefinieerde grondstoffen worden eindeloos en veilig gecirculeerd in technische of biologische kringlopen. In dit scenario worden ZZS alleen nog geaccepteerd in essentiële toepassingen en zo lang er geen sprake is van een onacceptabel risico voor de gezondheid van mens en milieu, waarbij rekening wordt gehouden met neveneffecten of afwenteling.

Bovenstaand toekomstbeeld is een voorbeeld van een mogelijke invulling van een stip op de horizon die helpt om tot concrete acties te komen. Het is belangrijk te realiseren dat dit niet de enige mogelijke stip op de horizon is en dat deze niet waarde vrij is. Waar de stip geplaatst wordt is in feite een politieke keuze. De keuze voor dit toekomstbeeld is niet bedoeld als voorspelling of afspiegeling van beleid, al is wel rekening gehouden met bestaande beleidsinitiatieven rond CE en een non-toxic environment. Cruciaal in dit toekomstbeeld is hoe 'essentiële' toepassingen worden gedefinieerd en hoe het gebruik van ZZS afgewogen wordt ten opzichte van andere aspecten zoals klimaatverandering, energiegebruik en veiligheid. Het vaststellen van een dergelijke visie of gezamenlijk doel is één van de geadviseerde acties die nodig is om verantwoord om te kunnen gaan met ZZS in een circulaire economie. Dit rapport neemt hier een voorschot op.

De navolgende aanbevelingen voor acties voor zowel beleidsontwikkeling als monitoring, zijn te beschouwen als aanzet voor een breder besproken en gedragen onderzoeks-, monitorings- en

beleidsagenda. De aanbevelingen en acties dienen periodiek geëvalueerd te worden en waar nodig bijgestuurd.

In de volgende paragrafen stellen we, per aanbeveling, verschillende *actielijnen* voor om het toekomstbeeld 2050 te bereiken. Deze actielijnen zijn opgedeeld in drie tijdsblokken:

- Korte termijn (2020-2021);
- Middellange termijn (2021-2030); en
- Lange termijn (2030-2050).

Elke actielijn is uitgewerkt per tijdsblok. Voor de korte termijn gaat het hierbij veelal om prioriterende en inventariserende acties. Het verder concretiseren van (het samengaan van) beleidsdoelen rond ZZS en CE wordt steeds relevanter naarmate de tijd vordert en het toekomstbeeld waar naartoe gewerkt wordt dichterbij komt. Voor de korte termijn kunnen ook op basis van een globaal beeld van het einddoel al zinvolle acties in kaart worden gebracht, die minder afhankelijk zijn van hoe de doelen verder concreet worden gemaakt. Dit zijn de korte termijn acties die hoe dan ook goed zijn om nu te gaan oppakken. In de voorgestelde acties voor de korte termijn is vooral geprobeerd deze zogenaamde 'no-regret acties' mee te nemen.

De transitie naar een CE vindt plaats in een complex en dynamisch speelveld met nieuwe technologieën en stoffen, verschuivende (grond)stoffenbehoeftes en nieuwe beleidsintenties. Afwijkende beleidsdoelen, nieuwe inzichten over tijd en verdere gesprekken met stakeholders kunnen leiden tot andere acties ten aanzien van ZZS. Ze hebben daarmee ook tot doel om het gesprek over deze onderzoeks-, monitorings- en beleidsagenda verder te voeren en om op basis daarvan eerste acties op te pakken en tot uitvoer te brengen, in samenspraak met verschillende partijen. Daarbij zou ook concreet gemaakt moeten worden welke partijen aan de lat staan voor welke acties. Dat is in de huidige uitwerking van de voorgestelde acties nog niet expliciet gemaakt.

5.2 Beschikbaarheid van informatie

Om grondstoffen veilig en veelvuldig te kunnen hergebruiken moet informatie over samenstellingen en toepassingen door de gehele keten beschikbaar zijn. Om dit te realiseren stellen we drie actielijnen voor: criteria voor informatie, informatiesystemen en monitoring (zie tabel 4). Deze actielijnen zijn uitgewerkt in acties per tijdsblok³. Deze acties gaan over het ontsluiten van informatie over ZZS in de keten. Wat met deze informatie wordt gedaan en hoe deze informatie wordt gebruikt om verantwoord met ZZS om te gaan, is een volgende stap die deels ook bij de andere uitdagingen aan bod zullen komen.

³ In tabel 4, 5 en 6 is een aantal acties voor korte termijn **blauw gedrukt**. Deze acties worden voorgesteld als prioritair en worden na de tabellen toegelicht.

Tabel 4. Informatie in de keten, actielijnen met acties per tijdsblok.

Actielijn	Acties 2020-2021	Acties 2021-2030	Acties 2030-2050
Criteria voor informatie	Criteria opstellen voor benodigde data (beschikbaarheid en kwaliteit) voor materiaal en stoffen (inclusief ZZS) door de keten	Voor alle nieuwe producten (inclusief import) is informatie beschikbaar conform de gekozen criteria, eerst voor SVHC (2025) daarna voor ZZS (2030).	Voor alle nieuwe en bestaande producten (inclusief import) is informatie beschikbaar conform de gekozen criteria voor volledige samenstellingen (waaronder brede groep zorgwekkende stoffen).
Informatiesysteem	Inventarisatie van beschikbare informatiesystemen en selectie van meest geschikte OF opzetten nieuw systeem voor de gekozen criteria	Systeem evalueren en aanpassen conform informatiecriteria. Waar mogelijk aansluiting vinden met de SCIP database en het GRIS.	
Monitoring	Aantal initiatieven voor behoud van informatie over materiaal en stoffen door de keten, met focus op zowel circulariteit als veiligheid van stoffen	Aantal ingevulde datasets of paspoorten per initiatief. Hierbij in het bijzonder aandacht voor de invulling van de SCIP database en het GRIS. Dit geeft inzicht in beschikbaarheid informatie voor alle partijen in de keten.	

Criteria voor informatie | 2020-2021

In 2020-2021 worden eenduidige criteria opgesteld (of overgenomen) voor de benodigde data. Deze criteria bepalen welke informatie (minimaal) beschikbaar moet zijn en wat de (minimale) kwaliteit van deze data moet zijn om veilig hergebruik te realiseren. Het gaat om informatie over materialen en stoffen (inclusief ZZS). Om een veilige omgang met stoffen mogelijk te maken moet deze informatie inzichtelijk zijn door de keten of door meerdere ketens heen. Omdat toepassingen in een CE kunnen veranderen en nieuwe risico's met zich mee kunnen brengen, moeten end-of-use scenario's een onderdeel zijn van deze informatiestroom. De criteria kunnen afgestemd worden op de FAIR principes [GO FAIR, 2019]. Daarnaast is het van belang om een indicatie te kunnen geven van de betrouwbaarheid van de beschikbare data. Het is van belang om bij het opstellen van criteria de behoeftes van stakeholders uit de keten mee te nemen.

We stellen voor om de uitvoering van deze actie(lijn) in een stappenplan uit te werken, waarbij wordt gestuurd op beschikbaarheid van eerst minimale en daarna meer uitgebreide informatie door de keten. Zo kan er bijvoorbeeld een start gemaakt worden met informatie over aanwezigheid van SVHC's boven een bepaalde concentratiegrens, om uiteindelijk toe te werken naar volledige informatie over samenstellingen en end-of-use scenario's.

Informatiesysteem | 2020-2021

Deze actielijn gaat over het opzetten of identificeren van een systeem of systemen voor informatievoorziening in de keten. Een goed systeem biedt de mogelijkheid om mee te ontwikkelen met informatiecriteria, beschermt vertrouwelijke informatie waar nodig (bijvoorbeeld ter bescherming van concurrentiegevoelige gegevens), faciliteert informatie-uitwisseling met partijen en andere systemen en is internationaal inzetbaar. Periodiek wordt het systeem geëvalueerd en aangepast waar nodig. Een potentieel geschikt systeem is de SCIP database van ECHA (EU) en het GRIS (NL) database, die beide in ontwikkeling zijn [ECHA, 2019f; PBL, 2019].

Monitoring | 2020-2021

Om de status en voortgang in de informatievoorziening te monitoren, is het relevant om op korte termijn te inventariseren welke initiatieven al bestaan voor het behoud van informatie over materialen en stoffen (inclusief ZZS) door de keten heen (procesmonitoring). De focus ligt hierbij zowel op circulariteit als veiligheid en op de mate waarin de initiatieven worden ingezet (aantal paspoorten of datasets per initiatief).

Specifieker bevelen we aan om de ontwikkelingen van de SCIP database en de invulling daarvan te monitoren. Systemen voor informatiebehoud in de keten kunnen, naarmate ze breder toegepast worden, in de toekomst zelf ook dienen als informatiebron voor monitoring.

5.3 Uitbreiden van verantwoordelijkheid

Preventie van risico's van ZZS kan worden gerealiseerd door het introduceren van uitgebreide verantwoordelijkheid van stakeholders in de productketen. Bij het gebruik van ZZS houden producenten rekening met en communiceren producenten over hoe het product veilig (her)gebruikt kan worden. Uitgangspunt is hierbij dat bedrijven pas bestaansrecht hebben, op het moment dat ze verantwoordelijkheid nemen voor de hele productketen en het eventuele gebruik van ZZS daarin. De overheid kan hieraan bijdragen door te sturen op uitgebreide producenten verantwoordelijkheid. Maar ook door het goede voorbeeld te geven en bij haar eigen inkoopbeleid producten af te nemen die ontworpen zijn in overeenstemming met Safe & Circular by Design criteria en waarbij het gebruik van ZZS zo veel mogelijk beperkt wordt.

Om deze uitgebreide ketenverantwoordelijkheid te realiseren stellen we voor de actielijnen beschreven in tabel 5 uit te voeren.

Tabel 5. Uitgebreide ketenverantwoordelijkheid, actielijnen met acties per tijdsblok.

Actielijn	Acties 2020-2021	Acties 2021-2030	Acties 2030-2050
Prioriteren	Prioriteren van materialen, productgroepen, sectoren en ZZS	Prioriteitsstromen periodiek evalueren en scope uitbreiden	
Criteria voor Safe & Circular by Design	Criteria identificeren en opstellen voor Safe & Circular by Design voor prioriteitsstromen, expliciet aandacht geven aan ZZS hierin	Verplichten dat >x% van alle nieuwe producten binnen prioriteitsstromen voldoen aan Safe & Circular by Design criteria en ZZS-vrij zijn (geproduceerd) (uitgezonderd essentiële toepassingen)	Verplichten dat >y% van alle nieuwe producten binnen prioriteitsstromen voldoen aan Safe & Circular by Design criteria en ZZS-vrij zijn (geproduceerd) (uitgezonderd essentiële toepassingen)
End-of-use scenario's	Criteria opstellen en templates maken voor end-of-use scenario's en businessplannen van nieuwe producten	Voor alle nieuwe producten binnen prioriteitsstromen die ZZS bevatten (waaronder gerecyclede): aanwezigheid van een end-of-use scenario verplichten	Voor <u>alle</u> nieuwe en bestaande producten binnen prioriteitsstromen: aanwezigheid van een end-of-use scenario verplichten waarin aandacht wordt gegeven aan ZZS
Onderwijs en voorlichting	Onderwijs- en voorlichtingsprogramma opzetten voor verschillende stakeholders binnen prioriteitsstromen over Safe & Circular by Design en end-of-use scenario's en ZZS	Onderwijs- en voorlichtingsprogramma uitvoeren en aanpassen voor nieuwe prioriteitsstromen	
Inkoopbeleid overheid	Criteria voor ZZS voor inkoopbeleid opstellen, hierin zoveel mogelijk aansluiten bij criteria voor Safe & Circular by Design	Toepassen inkoop- en aanbestedingscriteria en periodiek evalueren en aanscherpen.	
Monitoring	Monitoren op toepassen Safe & Circular by Design bij producenten en monitoren van ZZS gebruik in producten en diensten aangeschaft door de overheid	Monitoren op ZZS aanwezig in nieuwe producten, zoveel mogelijk gebruik makend van bestaande systemen om administratieve lasten te beperken.	Monitoren op blootstelling van werknemers, gebruikers, en milieu aan ZZS, zoveel mogelijk gebruik makend van bestaande systemen om administratieve lasten te beperken

Prioriteren | 2020-2021

Aanbevolen wordt om een prioritering te bepalen van materialen, productgroepen of sectoren in relatie tot ZZS waarvoor de uitgebreide productverantwoordelijkheid als eerste zal worden toegepast. Hierbij is het van belang om rekening te houden met een gelijk speelveld, beperkte administratieve lasten en een eerlijke verdeling van (administratieve) lasten. Hierbij is het mogelijk ook nodig om te bepalen welke ZZS prioriteit krijgen.

Het is vanuit praktische overwegingen niet reëel om te starten met alle producten en materialen, laat staan met alle ZZS. Door hierin te prioriteren worden de acties behapbaar en kunnen deze later toegepast worden op andere materialen, productgroepen en sectoren en op andere ZZS. Daarnaast geeft prioritering focus aan de monitoringstrategie, in het bepalen wat op korte termijn gemonitord kan worden en wat verder nodig is om een dekkend beeld te krijgen. In het prioriteringsproces kunnen de volgende aspecten meegenomen worden:

- Omvang van de materiaalstroom, productgroep of sector;
- Aanwezigheid van ZZS in de materiaalstroom [Wassenaar, Janssen *et al.*, 2017] productgroep of sector (aantallen en volumes);
- Mate van blootstelling aan ZZS van werknemers, gebruikers en milieu voor de materiaalstroom, productgroep of sector;
- Vertegenwoordiging van alle transitieagenda's in de geselecteerde materiaalstromen, productgroepen of sectoren;
- Meest voorkomende ZZS in geselecteerde materiaalstroom, productgroep of sector;
- Beschikbaarheid van bruikbare data voor indicatoren.

Criteria voor Safe & Circular by Design en end-of-use scenario's | 2020-2021

Voor Safe & Circular by Design en end-of-use scenario's voor de hierboven beschreven prioriteitsstromen, kunnen aan de hand van bestaande richtlijnen en tools case-studies en behoeftes van stakeholders uit de keten-criteria worden opgesteld. Het is van belang dat hierin expliciet aandacht gegeven wordt aan zorgwekkende stoffen en ZZS. Binnen de end-of-use scenario's kan het ook nodig zijn om 'waste-criteria' op te stellen: wanneer is hergebruik van een product- of materiaalstroom niet meer mogelijk en is het beste om het product met energietेरugwinning te verbranden, of via chemische recycling tot bouwstenen om te vormen (R8, R9).

Monitoring | 2020-2021

Op korte termijn kan al gemonitord worden op producenten die Safe & Circular by Design criteria reeds toepassen in productieprocessen voor de geselecteerde prioriteitsstromen (voor zover al beschikbaar). Voor middellange termijn kan dit worden uitgebreid door het monitoren van ZZS (aantal ZZS, volumes, percentage van producten met ZZS) in nieuwe producten.

Daarnaast kan op korte termijn in beeld worden gebracht bij welke inkopen van de overheid ZZS een (grote) rol spelen. Voor die inkopen kan de overheid invloed uitoefenen op de markt door met haar koopkracht te sturen op ZZS-vrije inkoop. Op middellange termijn is het zinvol om de realisatie van het effect door middel van het inkopen van ZZS-vrije innovaties te volgen en de resultaten te evalueren en eventueel bij te sturen.

5.4 Veilig omgaan met ZZS

Ook in een CE blijven ZZS gebruikt worden. ZZS komen voor in veel producten en materialen die vandaag bestaan en het zal niet eenvoudig of zelfs onmogelijk zijn om deze allemaal uit te faseren (zie 3.4).

Aanvullend beleid met handelingsperspectieven is nodig om verantwoord met ZZS in een CE om te gaan. In de transitie worden afwegingen gemaakt over al dan niet hergebruiken van grondstoffen en de daarin aanwezige ZZS. Andere factoren (zoals neveneffecten en afwenteling) spelen echter ook een rol in het maken van keuzes rond ZZS en CE en kunnen deze afweging beïnvloeden. Om op een verantwoorde manier met ZZS te kunnen omgaan is het van belang om goed geïnformeerd deze integrale afwegingen te kunnen maken.

Om dit te realiseren, stellen we voor de actielijnen in de tijdlijn (tabel 6) uit te voeren. De belangrijkste acties voor korte termijn worden wederom na de tijdlijn uitgelicht.

Tabel 6. Veilig omgaan met ZZS, actielijnen met acties per tijdsblok.

Actielijn	Acties 2020-2021	Acties 2021-2030	Acties 2030-2050
Concretiseren en definiëren van ZZS beleid in CE	Scherper stellen en afstemmen van doelen rondom ZZS in CE en definiëren van randvoorwaarden	Bijvoorbeeld: in aanvulling op het huidige beleid dat ZZS alleen mogen worden toegepast of hergebruikt als er geen sprake is van onacceptabele risico's, ZZS verbieden in/voor decoratieve toepassingen	Bijvoorbeeld: Verbod op ZZS gebruik in/voor decoratieve toepassingen verder uitbreiden door ZZS alleen nog toe te staan (en te hergebruiken) in essentiële toepassingen
		Wet- en regelgeving aansluiten bij beleidsdoelen	
Prioriteren	Prioriteren van materialen, productgroepen, sectoren en ZZS	Prioriteitsstromen en prioriteit ZZS periodiek evalueren en scope uitbreiden	
Integraal afwegen	Afwegingskader en voorbeelden-bibliotheek voor integrale besluitvorming rond omgaan met ZZS in een CE testen en uitbouwen	Afwegingskader periodiek evalueren en aanscherpen om aan te (blijven) sluiten met transitiedynamiek en lange termijn beleidsdoelen. Hierbij is bijvoorbeeld het omgaan met meerdere ZZS in materiaalstromen een aandachtspunt	
		Case-by-case benadering via afwegingskader voor toelaten ZZS in (gerecyclede) materialen, generieke lessen trekken uit case ervaringen	
		Inrichten tweedelijns advies (bijvoorbeeld een helpdesk) voor integrale afweging inclusief veiligheid	
Curatieve maatregelen	Onderzoeken van mogelijkheden om technieken te stimuleren voor identificeren, traceren, scheiden of verwijderen van ZZS in recyclestromen waar behouden van ZZS in het systeem onwenselijk is. Begin maken aan de hand van de gekozen prioriteiten	Evalueren welke acties verder nodig zijn om ontwikkeling van technieken te stimuleren die verantwoord omgaan met ZZS in materiaalstromen bevorderen	

Actielijn	Acties 2020-2021	Acties 2021-2030	Acties 2030-2050
Monitoring	<p>Monitoren op gebruik van integrale afwegingskaders met aandacht voor ZZS</p> <p>Voor prioriteitsstromen monitoren op initiatieven en technologieën om ZZS in recyclestromen te identificeren, traceren, scheiden of verwijderen</p>	Voor prioriteitsstromen monitoren op aanwezigheid van (legacy) ZZS	Monitoren op blootstelling van werknemers, gebruikers en milieu aan ZZS

Concretiseren van beleidsdoelen | 2020-2021

Deze actie omvat het scherper stellen en afstemmen van doelen rondom ZZS in CE en het definiëren van de randvoorwaarden. Het gaat hierbij vooral om de vraag hoe beleidsdoelen voor ZZS samen gaan met beleidsdoelen voor de CE. Als einddoelen helder zijn, kunnen acties voor beleid en bedrijfsleven steeds beter gestuurd worden. Voor ZZS in een CE kan het einddoel zijn dat ZZS alleen worden toegepast in nieuwe/gerecyclede materialen als er sprake is van essentieel gebruik.

Cruciale acties hierbij zijn:

- Definiëren van essentiële toepassingen per sector/productgroep;
- Bepalen hoe het gebruik van ZZS kan worden afgewogen ten opzichte van andere mogelijke risico's voor mens en milieu en ten opzichte van maatschappelijke en economische voordelen aan het gebruik van ZZS (zie integraal afwegen).

Met duidelijkheid over bovenstaande doelen en randvoorwaarden kunnen vervolgstappen voor middellange en lange termijn opgezet en uitgevoerd worden.

Prioriteren | 2020-2021

Net als voor het invulling geven aan informatie in de keten en voor het realiseren van ketenverantwoordelijkheid, is het ook voor het veilig omgaan met ZZS belangrijk om te prioriteren in materialen, productgroepen, sectoren en ZZS. Zie paragraaf 5.3 (Prioriteren) voor een verdere toelichting van deze actie.

Integraal afwegen | 2020-2021

Om te kunnen leren uit de praktijk is het belangrijk om het gebruik van integrale afwegingskaders te testen en een voorbeelden-bibliotheek voor integrale besluitvorming in te richten. Vanuit de te kiezen prioriteiten kunnen per sector/materiaal stroom/productstroom/ZZS een aantal cases worden doorlopen om te bepalen of het al dan niet toestaan van ZZS in deze stromen voor de maatschappij wenselijk is. Hierbij moeten voor- en nadelen van verschillende opties van omgaan met ZZS in deze materiaalstromen in beeld worden gebracht. Op basis van uitkomsten kan het afwegingskader verder worden vormgegeven.

Vervolgens is het van belang om te inventariseren in welke afwegingskaders (op verschillende beleidsniveaus) ZZS in materialen

meegewogen zouden moeten worden en na te gaan of dit al gebeurt. Waar nog geen integrale afweging met aandacht voor ZZS plaatsvindt, kan dit worden geïntroduceerd. Op basis van de ervaringen kan het afwegingskader periodiek geëvalueerd en aangescherpt worden, zodat het aan blijft sluiten met de transitiedynamiek en stuurt richting de einddoelen.

Monitoring | 2020-2021

Voor de korte termijn kan monitoring van het toepassen van integrale afwegingskaders met daarin aandacht voor ZZS opgezet worden. Hierbij is het vooral van belang om in beeld te brengen waar integrale afwegingen met aandacht voor ZZS al toegepast worden (bijvoorbeeld door bedrijven) en een beeld te krijgen waar potentie zit om dit op termijn te gaan toepassen.

In dit hoofdstuk hebben we aan de hand van de geïdentificeerde uitdagingen een concrete invulling gegeven voor de eerste stappen naar het veilig omgaan met ZZS in een CE. Hierbij hebben we aandacht willen geven aan zowel de sturing aan de 'voorkant' (Safe & Circular by design, goede onderbouwde keuzes) als aan de 'achterkant' (recycling verbeteren). Dit is bedoeld als aanzet voor een breder besproken en gedragen onderzoeks-, monitorings- en beleidsagenda.

6 Conclusies en nawoord

In opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft het RIVM de belangrijkste aandachtspunten bij het verantwoord omgaan met ZZS in een CE verkend en suggesties gegeven voor monitoring. Dit rapport benoemt als belangrijkste uitdagingen voor dit thema: (1) beschikbaarheid van informatie in de keten over ZZS, (2) uitbreiden van verantwoordelijkheid door de hele productketen en (3) veilig omgaan met ZZS in een CE daar waar uitfaseren niet mogelijk is. Vervolgens zijn mogelijke indicatoren en informatiebronnen voor het monitoren van ZZS in (de transitie naar) een CE geanalyseerd. Aan de hand van een toekomstbeeld voor 2050 zijn ten slotte aanbevelingen gedaan voor acties voor de korte (2020-2021), middellange (2021-2030) en lange (2030-2050) termijn om dit beeld te realiseren. Deze aanbevelingen hebben betrekking op zowel de uitdagingen als op monitoring.

Dit rapport beoogt een bijdrage te leveren aan de discussie over het omgaan met ZZS in CE. De transitie naar een CE en de rol van ZZS daarin vindt plaats in een complex en dynamisch speelveld met nieuwe technologieën en stoffen, verschuivende (grond)stoffenbehoeftes en nieuwe beleidsintenties. De suggesties en ideeën in dit rapport zijn bedoeld als startpunt voor een verdere discussie over de invulling van een onderzoeks-, monitorings- en beleidsagenda voor ZZS in een CE.

We hopen dat dit rapport de lezer prikkelt om zelf verder na te denken over deze problematiek. In onze ervaring worden in diverse gremia heel makkelijk uitspraken gedaan als: *"we moeten alle ZZS zo snel mogelijk verbieden"* of *"ZZS mogen nooit in gerecycled materiaal terecht komen"*. Of, in andere gremia: *"zo lang er geen risico is, is er niets aan de hand en moeten alle toepassingen mogen"* of *"100% hergebruik van producten en materialen geeft voor iedereen win-win situaties"*. In werkelijkheid is de situatie vele malen complexer. Informatie over de eigenschappen en toepassing van stoffen is beperkt. Veilig en circulair maken van ketens vraagt om een grote inspanning van alle betrokkenen en gaat niet over één nacht ijs. Verantwoord omgaan met ZZS in een CE vraagt om uitgebreide analyse en discussie en de juiste informatie en tools om verantwoorde keuzes te kunnen maken. Daarbij is het goed ons te realiseren dat, hoewel er grote uitdagingen liggen rond ZZS in de transitie naar een CE, de transitie naar een CE juist ook kansen biedt om deze uitdagingen aan te pakken en slimmer met ZZS en mogelijke risico's van ZZS om te gaan.

7 Reflecties van externe partijen

In dit rapport geeft het RIVM een verkenning van het verantwoord omgaan met ZZS in de transitie naar een circulaire economie. Daarmee probeert het RIVM antwoord te geven op de hoofdvraag van dit rapport:

Wat zijn de belangrijkste uitdagingen voor het verantwoord omgaan met ZZS in (de transitie naar) een CE en welke eerste stappen kunnen worden genomen om ZZS in een CE te monitoren?

Het rapport is nadrukkelijk een verkenning en geeft het RIVM beeld bij deze hoofdvraag. Het doel van dit rapport is om aandacht te vragen voor ZZS in de transitie naar een CE en de verdere discussie hierover met overheden, bedrijven en maatschappelijke organisaties te ondersteunen. Om naast dit RIVM beeld, ook de ideeën van andere belanghebbenden te polsen, hebben we een aantal externe deskundigen gevraagd om een korte reflectie te geven ten aanzien van de bovengenoemde hoofdvraag en het voorliggende rapport. Deze reflecties worden hieronder gegeven en schetsen een beeld van de perspectieven van een aantal stakeholders uit het veld van ZZS en CE.

7.1 Reflectie Dr. ir. G. Roebben

Policy Officer REACH Unit, DG Grow, Europese Commissie, op persoonlijke titel

Het concept CE (maximaal hergebruik van goederen en materialen) was lange tijd een dominante factor in het menselijk gedrag, omdat grondstoffen en nieuwe producten schaars waren en dus duur (in vergelijking met de gemiddelde koopkracht). De 'lineair-economische' consumptiemaatschappij, die zich vooral na WO2 ontwikkelde, en welvaart en koopkracht bracht aan een groeiend aantal mensen, is veel recenter, maar de voorspelde 'grenzen aan de groei' van dit model lijken bereikt.

Een terugkeer naar een meer circulaire economie is een uitdaging voor de hele maatschappij. Maar CE is geen doel op zich. Het is een middel om meer fundamentele doelen te bereiken, met name bescherming van milieu en biodiversiteit tegen ongebreidelde ontginning van primaire grondstoffen en, bijzonder urgent, een beperking van de gevolgen van klimaatverandering. Het is daarom belangrijk in de transitie naar een (meer) CE de juiste stappen eerst te zetten. De maximale verwijdering van ZZS uit gerecycleerde materialen is een evidente prioriteit, niet enkel uit directe gezondheids- of milieuoverwegingen, maar ook indirect, uit de nood aan zekerheid over het respecteren van wettelijke normen bij vervanging van primaire door secundaire grondstoffen.

Het Briefrapport biedt een degelijke inkijk op de zaken die relevant zijn voor het gebruik van ZZS in CE. Het rapport benadrukt de nood voor een evenwicht tussen ambitie en realisme. In dit verband blijven er nog vele open vragen, waaronder:

- Wie heeft de kennis en de middelen om de voor- en nadelen van bepaalde ZZS in bepaalde toepassingen af te wegen en een technisch-wetenschappelijk gefundeerd advies te geven over het

toelaten van dat gebruik van deze bepaalde ZZS, daarbij in acht nemend (eco-)toxiciteit en economische en klimaat-overwegingen?

- Waar dient de discussie gevoerd en de beslissing genomen over wat een essentieel gebruik is van een ZZS? En hoe groot zijn hierin het gewicht van het sociale aspect (de 'just transition') en het geopolitieke?

7.2 Reflectie Dr. J. de Bruijn

Directeur Prioritisation and Integration, Europees Chemicaliën Agentschap (ECHA)

Dit RIVM rapport Omgaan met Zeer Zorgwekkende Stoffen in een Circulaire Economie behandelt een belangrijk vraagstuk op het grensvlak van het stoffen en afvalbeleid: hoe kunnen we ervoor zorgdragen dat we in de toekomst slechts gebruik maken van stoffen die duurzaam worden geproduceerd en toegepast en uiteindelijk volledig kunnen worden hergebruikt in materiaal-cycli zonder ongewenste risico's te genereren voor mens en milieu. Dit is echter bepaald geen sinecure; zeer terecht zoekt dit rapport naar potentiële korte-, midden- en lange termijn acties, realiserend dat deze doelstelling een fundamentele wijziging behoeft in de keuzes die de industrie maakt in haar productieprocessen. Het grensoverschrijdend karakter van veel product- en afvalstromen maakt een aanpak op EU en waarschijnlijk ook op globaal niveau, noodzakelijk, zoals ook nadrukkelijk is erkend in de recent gepubliceerde European Green Deal⁴ van de nieuwe Europese Commissie.

Sterk verbeterde informatie over de toepassing van gevaarlijke stoffen in de gebruiksketen zoals verwoord in Uitdaging 1 is inderdaad een absolute must. Prioritering is hierbij noodzakelijk maar gezien het dynamische karakter van de ZZS (en SVHC) lijst en de voortschrijdende wetenschappelijke inzichten in de schadelijkheid van stoffen is het wenselijk om met spoed te streven naar het verkrijgen van een volledige productsamenstelling en de toekomstige informatiesystemen alsmede het aanpalend overheidsbeleid daar van meet af aan op te richten. Doen we dit niet dan zal het 'legacy-spook' de industrie nog decennialang blijven dwarsbomen. Bovendien maakt dit de weg vrij voor marketing van 'ZZS-vrije producten', een trend die de meer progressieve sectoren zeer waarschijnlijk zullen omarmen met het zicht op het bereiken van de UN 2030 Duurzame Ontwikkelingsdoelen.

Terecht identificeert dit rapport een verhoogde ketenaansprakelijkheid en de aanwezigheid van een geschikt beoordelingskader als zeer belangrijke additionele randvoorwaarden. De noodzaak om dit beoordelingskader een integraal karakter te geven waarbij naast veiligheidsaspecten ook andere milieueffecten van de productie en het gebruik van stoffen aan de orde komen kan mijns inziens niet genoeg benadrukt worden. Het bereiken van daadwerkelijk duurzaam management van gevaarlijke stoffen gaat verder dan het vermijden van blootstelling van mens en milieu aan ZZS.

⁴ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_19_6691

7.3 Reflectie D. van Well

Senior Advisor Chemical Policy and Occupational Health, Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI)

De chemische industrie ondersteunt zowel de ambitie om de transitie te maken naar een circulaire economie (CE) als de ambitie om blootstelling van mens en milieu aan zorgwekkende stoffen zoveel mogelijk te beperken of te voorkomen.

De in het rapport beschreven uitdagingen komen voor een belangrijk deel overeen met de prioriteiten (of beter: randvoorwaarden) van de chemische industrie:

- De noodzaak van het toepassen van integrale life-cycle thinking/safe-by-design/cradle-to cradle;
- Het betrekken van de hele keten bij het verantwoord omgaan met producten;
- Het veilig omgaan met stoffen in de CE;
- Verhoogde transparantie zonder hierbij afbreuk te doen aan vertrouwelijke bedrijfsinformatie.

Succesvolle realisatie van een circulaire economie vereist daarnaast minimaal (conditio sine qua non) een Europees geharmoniseerde aanpak. Immers: stof- en materiaalstromen bewegen zich over de hele wereld. Inzake stoffenbeleid betekent dit overeenstemming over wat precies een zorgstof is, duidelijke langetermijndoelstellingen en randvoorwaarden/acties om deze te realiseren.

Voor de operationalisering biedt de R-ladder (of het daarmee vergelijkbare RESOLVE-framework⁵) nuttige praktische (en inmiddels door veel chemische bedrijven toegepaste) handvatten.

Het rapport constateert dat de twee voornoemde ambities niet in alle gevallen goed te combineren zijn en in bepaalde gevallen elkaar zelfs bijten. Deze analyse komt overeen met die van de chemische industrie. De dilemma's die zich voordoen bij het gebruik van (alternatieven van) zorgstoffen vragen om een **integrale** afweging, niet alleen van de toxicologische risico's van zorgstoffen en hun alternatieven, maar ook van de effecten van alternatieven op andere risico's, in termen van bijvoorbeeld grondstof- en energiegebruik en (in geval van het gebruik van biobased materialen) biodiversiteit en mogelijke concurrentie met de voedselvoorziening.

De chemische industrie zet volop in⁶ op het circulair maken van producten, of, op z'n minst, op het op een efficiënte manier terugwinnen van producten **en energie**. In aanvulling daarop kan worden gemeld dat, voor wat betreft het omgaan met "legacy"-producten/materialen, (lopende) testen laten zien dat chemische recycling van plastic afval, als technologie om SVHCs uit materiaalcycli te verwijderen, veelbelovend is.

5

<https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/Sustainability/Our%20Insights/The%20circular%20economy%20Moving%20from%20theory%20to%20practice/The%20circular%20economy%20Moving%20from%20theory%20to%20practice.ashx>

6 <https://cefic.org/app/uploads/2019/02/Circular-Economy-PositionPaper-2015.pdf>

7.4 Reflectie Dr. J. C. Slootweg

Universitair hoofddocent circular chemie, Van 't Hoff Institute for Molecular Sciences, Universiteit van Amsterdam

Een belangrijk rapport die de huidige stand van zaken weergeeft alsmede de focus op monitoring en safe & circular design terecht benadrukt. ZZS geven problemen in onze huidige, lineaire economie en een overzicht hiervan zal de basis vormen voor de analyse van hoe met ZZS omgegaan dient te worden in (de transitie naar) een CE waarbij grondstoffen en producten hergebruikt/gerecycled worden. Monitoring is hierbij van cruciaal belang. Circulair kan oplossingen bieden, maar ook de kans op ophoping van ZZS en vergroot risico op blootstelling aan ZZS tot gevolg hebben.

De crux is om te voorkomen dat ZZS (en afvalstoffen) in de biosfeer terecht komen. Het planetary boundaries concept van Rockstrom et al⁷ maakt dit inzichtelijk. Idealiter dient per product of productgroep de meest ideale R-route / circulaire gebruik ontworpen en ontwikkeld te worden, zodat ook voor de aanwezige ZZS veiligheid gewaarborgd kan worden. Figuur 1 (R-ladder voor hergebruik van materialen) geeft accuraat weer welke R-routes er zijn. Als aanvulling op dit overzicht stel ik voor om in de recycling-cyclus ook het terugwinnen/onschadelijk maken van stoffen (ZZS, afvalstoffen) toe te voegen. Om recycling van moleculen en materialen mogelijk te maken dienen deze eerst teruggewonnen (liefst in zuivere vorm) te worden. Niet alle materialen zijn geschikt voor recycling (bv complex mengsel van verbindingen in afvalwater), zodat ook de mogelijkheid tot onschadelijk maken in de biosfeer toegevoegd kan worden. Kortom, ik stel voor om naast R8. recycling het volgende (in een of andere vorm) toe te voegen: to alleviate the biosphere from waste issues, molecules and materials are 1) biodegraded in the environment and converted into harmless species, 2) degraded by human intervention and converted into harmless species (e.g. at WWTPs), 3) recovered (R9) from the biosphere to allow subsequent recycling (R8) by using waste as resource.

7.5 Reflectie Prof. dr. G.J.M. Gruter

Industrial Sustainable Chemistry, Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica, Van 't Hoff Institute for Molecular Sciences, Universiteit van Amsterdam

Ik wil de vraag rond deze problematiek graag beantwoorden voor mijn eigen expertisegebied, namelijk kunststoffen (polymeren, plastics) en de bouwstenen (monomeren en tussenproducten) waar deze kunststoffen uit worden geproduceerd. Dit is een relevant veld omdat 80% van alle chemische grondstoffen (6% van aardolie) worden gebruikt voor de productie van plastics (350 miljoen ton per jaar wereldwijd en zo'n 7 miljoen ton per jaar in Nederland). De problematiek van ZZS is voor het kunststoffen veld significant anders dan zoals voornamelijk beschreven in dit RIVM Briefrapport (zie bv de scenario's in paragraaf 3.1). Voor de productie van veel van de conventionele kunststoffen worden monomeren en tussenproducten gebruikt die ZZS stoffen zijn maar die

⁷ <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/1259855>

in een andere niet ZZS vorm in de kunststof terecht komen (bv benzeen, phenol als tussenproducten en monomeren zoals butadien in rubber; acrylonitril, butadien en styreen in ABS en vinyl acetaat in PVAC en EVA). In deze gevallen zijn de gepolymeriseerde ZZS niet meer een risico (ABS kan veilig worden gebruikt voor bijvoorbeeld speelgoed zoals LEGO) maar gaat het om de hoeveelheid achterblijvend monomeer in de kunststof. Zonder dat er goedkope duurzame alternatieven zijn, zal er geen grootschalig verbod komen op bovengenoemde kunststoffen. Een Europees verbod op single-use plastics heeft een andere driver dan ZZS (volgens de definitie in paragraaf 2.1): plastic soep.

Recycling van kunststoffen is een andere uitdaging wat ZZS betreft. Bij het smelten van kunststoffen (mechanische recycling) kunnen ZZS stoffen gevormd worden. Dit zijn niet noodzakelijk ZZS stoffen van waaruit deze kunststoffen zijn gemaakt. "Safe & circular by design" voor nieuwe kunststoffen beperkt zich dus niet tot het kiezen van veilige monomeren maar vraagt ook om evaluatie van de vorming van ZZS tijdens thermische decompositie. Het is overigens niet waar dat 50% recycling van kunststoffen zal leiden tot 50% minder gebruik van primaire grondstoffen voor deze kunststoffen. Slechts 2% van alle verpakkingen wordt closed-loop (voor dezelfde toepassing) gerecycled (alleen een fractie van de gebruikte PET flessen). Voor niet verpakkingen is dit percentage nog lager. Het chemisch recyclen van polyolefinen (PE, PP), via pyrolyse en kraken, levert heel veel producten op maar slechts een klein deel etheen en propeen). Ook met hoge recycling percentages blijft er dus voor de kunststoffen een grote hoeveelheid primaire grondstoffen nodig. Voor energie zijn er vele alternatieven voor fossiele grondstof maar voor kunststoffen zijn biomassa en in de toekomst CO₂ de enige duurzame alternatieven.

Het is zeker aan te bevelen om in de transitie naar duurzame grondstoffen en naar circulair zo min mogelijk (geen?) ZZS bouwstenen te gebruiken. Hiermee worden eventuele problemen rondom productie, opslag en transport en problemen m.b.t. residual ZZS monomeren in de kunststoffen vermeden. Als we daarnaast ook veel meer condensatie polymeren gaan gebruiken (polyesters, polyamides, polycarbonaten) dan kunnen we via chemisch recyclen terug naar de monomeren (closed loop!). Hiermee wordt de vorming van ongewenste ZZS die kunnen worden gevormd tijdens mechanische recycling of pyrolyse vermeden.

7.6 Reflectie Prof. Dr. T.H.M. Sijm

Faculty of Science and Engineering, Maastricht University

Ik begin met een terugblik op de eerste zorgwekkende stoffen die we kennen in de geschiedenis. Zo zijn daar lood, die door de Romeinen werd gebruikt in glaswerk en neurologische problemen veroorzaakte. Bijna tweeduizend jaar later worden de PCB's berucht die in de voedselketen tot allerlei ongewenste gezondheidseffecten bij ijsberen leidden, evenals dioxines die tot nare milieueffecten leidden. De Romeinen kenden geen chemicaliënwetgeving, maar later werd wel epidemiologisch duidelijk dat ze beter geen loden glaswerk konden gebruiken. Van de PCB's bleek minder dan 1% naar het milieu te lekken,

maar wel tot een wereldwijde problematiek te leiden. Dioxines bleken een bijproduct van een ontbladeringsmiddel (Agent Orange) én ontstaan bij verbrandingsprocessen. Die PCB's en dioxines zijn nu mondiaal verboden.

Inmiddels kan wetgeving in principe stoffen met eigenschappen, zoals de hiervoor genoemde voorbeelden als mogelijke zeer zorgwekkende stoffen identificeren. De belangrijke veronderstelling hierbij, ook in het RIVM briefrapport, is dat we deze stoffen en hun eigenschappen kennen en dat deze stoffen door de mens geproduceerd en op de markt worden gebracht in bekende hoeveelheden. Het RIVM adviseert daarop 1) deze informatie te delen door de hele productketen, 2) dat alle partijen in die productketen ervoor zorgen dat materialen en producten veilig kunnen worden hergebruikt en 3) producenten al bij het ontwerp over deze eigenschappen nadenken. Dit is een goed advies, maar vergeet niet dat er heel veel stoffen in kleine hoeveelheden of in lage percentages worden gebruikt en er ook zogenaamde Non-Intentionally Added Substances (NIAS) bestaan die ook zeer zorgwekkend kunnen zijn. Daarom, naast de genoemde adviezen van het RIVM is mijn advies ook de onbekende ZZS te gaan monitoren.

7.7 Reflectie M. Kranendonk en S. Gabizon

Respectievelijk Beleidsadviseur Gezondheid en Milieu en Algemeen Directeur, Stichting Women Engage for a Common Future (WECF)

WECF - Women Engage for a Common Future – zet zich in voor een duurzame circulaire economie en voor het versterken van de rol van vrouwen hierin.

Een essentiële voorwaarde voor de circulaire economie is dat de gezondheidsbelangen altijd prioriteit moeten krijgen boven de economische voordelen van hergebruik. Ook in recente voorbeelden is gebleken dat hergebruik van producten die schadelijke en zeer zorgwekkende stoffen bevatten, uit milieu oogpunt verantwoord mochten lijken maar die toch te ernstige gezondheidsrisico's bleken te hebben. Dit is gebleken uit voorbeelden van speelgoed gemaakt met plastic van elektronisch afval, dat te hoge waarde aan gevaarlijke stoffen bevatte zoals vlamvertragers. Een ander voorbeeld zijn de risico's van rubbergranulaat van oude autobanden voor voetbal kunstgrasvelden. Preventie is het sleutelwoord bij het omgaan met ZZS in de circulaire economie. En zeker moet hier het voorzorgsbeginsel gelden als nog niet alle effecten op de volksgezondheid en het milieu duidelijk zijn.

WECF benadrukt altijd daarbij, dat de normstelling, wetgeving en handhaving daarvan gericht moet zijn op het voorkomen van blootstelling van de meest gevoelige groepen, namelijk zwangere vrouwen en het ongeboren kind, en ook kinderen in het algemeen. Wetenschappelijk is steeds duidelijker aangetoond dat zelfs heel kleine hoeveelheden van ZZS schadelijke invloed kunnen hebben op de ontwikkeling van ongeboren en jonge kinderen. Ook is er verschil tussen blootstellingseffecten bij mannen en vrouwen. Preventieve wetgeving en normstelling bij het eventueel toelaten van ZZS in de circulaire economie moet daarom rekening houden met de gevoeligheid van de meest kwetsbare groepen en met de specifieke gender verschillen in gezondheidseffecten.

Dit preventieve beleid vereist dat bij de Ministeries van Milieu en van Volksgezondheid ook voldoende deskundigheid wordt aangesteld om deze prioritaire belangen van het beschermen van het milieu en de volksgezondheid te garanderen bij het opstellen van de regelgeving en de normstelling en van de maatregelen voor controle en handhaving hiervan.

In principe zijn wij ervan overtuigd dat ZZS vanwege de volksgezondheidsbelangen niet meer thuis horen in de circulaire economie en dat alleen hergebruik van producten met ZZS kan worden toegestaan als de nieuwe producten op geen enkele wijze blootstelling van de bevolking kunnen veroorzaken. Dat geldt ook voor de werknemers in de hergebruikssectoren.

8 Dankwoord

Dit rapport is gemaakt door het RIVM in opdracht van PBL. Wij danken M. van Rijn (RWS), D.S. van Es (WUR), L.M. Knijff (Min. I&W), A.M.G. Klooswijk (Min. I&W) en A.G. Prins (PBL), voor hun deelname aan de begeleidingsgroep van dit project. Daarnaast danken wij de verschillende externe deskundigen voor hun waardevolle reflecties op dit rapport (weergegeven in hoofdstuk 7): G. Roebben (EC), J. de Bruijn (ECHA), D. van Well (VNCI), J. C. Slootweg en G.J.M. Gruter (Universiteit van Amsterdam), T.H.M. Sijm (Maastricht University) en M. Kranendonk en S. Gabizon (WECEF).

9 Referenties

1. ARN; 2019; *Aandrijfbatterijen (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://arn.nl/autorecyclingketen/aandrijfbatterijen/>.
2. Auping; 2018; *Auping en DSM-Niaga realiseren doorbraak met circulair matras (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://www.auping.com/nl/news/auping-en-dsm-realiseren-doorbraak-met-circulair-matras>.
3. Bosch S, Exter Pv, Sprecher B, Vries Hd & Bonenkamp N; 2019; *Metaalvraag van Elektrisch Vervoer - Op weg naar duurzaam, eerlijk en toekomstbestendig personenvervoer*; Metabolic, Universiteit Leiden, Copper8; URL: <https://www.metabolic.nl/publications/metaalvraag-van-elektrisch-vervoer/>.
4. DCMR Milieudienst Rijnmond; 2019; *Luchtmeetnet DCMR (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://www.dcmr.nl/projecten/luchtmeetnet-dcmr.html>.
5. De Blaeij A, Bakker J, de Bruijne E, Burgstaller M, Dlugi I, Ganzevles J, et al.; 2019; *CleaR - Clean material Recycling project - Study for the development of an evidence-based approach as support to regulators when assessing how to manage the presence of substances of concern in recycled materials.*; RIVM & Ramboll for Directorate General for Environment, European Commission; URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/26e22c04-5b62-11e9-9c52-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF>.
6. ECHA; 2015; *2014 CMR Report*; European Chemicals Agency (ECHA); CMR Report.
7. ECHA; 2017; *ECHA proposes a restriction on lead compounds in PVC articles*; Public Consultation; URL: <https://echa.europa.eu/documents/10162/539caf1a-68c8-1b51-1026-58d15209a2fc>.
8. ECHA; 2019a; *Candidate List of substances of very high concern for Authorisation (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://echa.europa.eu/nl/candidate-list-table>.
9. ECHA; 2019b; *CLP: Regulation for Classification, Labelling and Packaging (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://echa.europa.eu/regulations/clp/understanding-clp>.
10. ECHA; 2019c; *Information on Candidate List substances in articles (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/candidate-list-substances-in-articles-table>.
11. ECHA; 2019d; *ANNEX XVII TO REACH – Conditions of restriction.*
12. ECHA; 2019e; *REACH: Regulation for the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://echa.europa.eu/regulations/reach/understanding-reach>.
13. ECHA; 2019f; *SCIP Database (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://echa.europa.eu/scip-database>.

14. Ellen MacArthur Foundation & Cradle to Cradle Products Innovation Institute; 2018; *Safe & Circular (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://www.circulardesignguide.com/safe-circular>.
15. European Commission; 2018; *Communication on the implementation of the circular economy package: options to address the interface between chemical, product and waste legislation* European Commission; Communication from the EC; SWD(2018) 20 final; URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0032>.
16. European Commission; 2019; *Summary Report of the Public Consultation conducted by the European Commission based on the main issues identified in the Commission's Communication on the interface between chemical, product and waste legislation*; European Commission,; Public Consultation Summary Report; COM(2018) 32 final; URL: https://ec.europa.eu/info/consultations/public-consultation-addressing-interface-between-chemical-product-and-waste-legislation_nl.
17. European Parliament and Council; 2009; *REGULATION (EC) No 1107/2009 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1107&from=nl>.
18. European Parliament and Council; 2011; *Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment Text with EEA relevance*; URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2011/65/oj>.
19. European Parliament and Council; 2012; *REGULATION (EU) No 528/2012 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 22 May 2012 concerning the making available on the market and use of biocidal products*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0528&from=nl>.
20. Eurostat; 2018; *Chemicals production and consumption statistics (webpagina)*; Geraadpleegd: december 2018; URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Chemicals_production_and_consumption_statistics#Consumption_of_chemicals_hazardous_to_health.
21. Fernandez-Dacosta C, Wassenaar PNH, Dencic I, Zijp MC, Morao A, Heugens EHW, et al.; 2019; *Can we assess innovative bio-based chemicals in their early development stage? A comparison between early-stage and life cycle assessments*; Journal of Cleaner Production, 230, 137-49.
22. Gezondheidsraad; 2018; *Gevaarlijke stoffen in een circulaire economie.* ; 2018/10; URL: <https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2018/05/15/circulaire-economie>.
23. GO FAIR; 2019; *FAIR Principles (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://www.go-fair.org/fair-principles/>.

24. Hofstra U; 2018; *Inventarisatie ZZS in afval*; SGS Intron; URL: <https://lap3.nl/achtergrond/documenten/gevaarlijk/>.
25. InfoMil; 2019a; *Focus op potentieel Zeer Zorgwekkende Stoffen (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/zeer-zorgwekkende/potentieel-zzs/>.
26. InfoMil; 2019b; *Integraal PRTR-verslag (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/meten-en-rapporteren/integraal-prtr/>.
27. Kuppevelt Mv & Klingenberg A; 2019; *Zeer Zorgwekkende Stoffen in de circulaire maakindustrie*; RIVM; Briefrapport; 2019-0123; URL: <https://www.rivm.nl/publicaties/zeer-zorgwekkende-stoffen-in-circulaire-maakindustrie>.
28. Leeuwen LCv, Smit CE & Schuur AG; 2014; *Verkenning Indicatoren voor Zeer Zorgwekkende Stoffen*; RIVM; Briefrapport; URL: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/601357016.html>.
29. Martin G, Rentsch L, Höck M & Bertau M; 2017; *Lithium market research – global supply, future demand and price development*; Energy Storage Materials, 6, 171-9.
30. Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken; 2016; *Nederland circulair in 2050; Rijksbreed programma Circulaire Economie*; URL: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/09/14/bijlage-1-nederland-circulair-in-2050>.
31. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, RIVM, GGD Amsterdam, DCMR Milieudienst Rijnmond, Provincie Limburg, Omgevingsdienst Regio Arnhem, *et al.*; 2019; *Luchtmeetnet (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://www.luchtmeetnet.nl/>.
32. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat; 2018; *Brief van de Staatssecretaris van infrastructuur en Waterstaat; betreffend Gezondheid en Milieu, Milieubeleid*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-28089-88.html>.
33. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat; 2019; *Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2019-2023*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/02/08/uitvoeringsprogramma-2019-2023>.
34. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat & RIVM; 2019; *Safe-by-Design (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: www.safe-by-design-nl.nl.
35. MUD-Jeans; 2019; *Lease a jeans (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://mudjeans.eu/lease-a-jeans/?lang=nl>.
36. NRC; 2017; *Wat te doen met afgedankte elektrische-autoaccu's? (webpagina)*; URL: <https://www.nrc.nl/nieuws/2017/05/31/wat-te-doen-met-afgedankte-elektrische-autoaccus-10719808-a1561018>.

37. OECD; 2018; *Toward a New Comprehensive Global Database of Per-and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs): Summary Report on Updating the OECD 2007 List of per-and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs)*; Organisation for Economic Co-operation and Development; Series on risk management; No. 39. Paris, France.
38. Ökopol, RIVM, Risk & Policy Alanysts (RPA) & Milieu Ltd; 2017a; *Study for the strategy for a non-toxic environment of the 7th Environment Action Programme*; European Commission; 7th Environment Action Programme.
39. Ökopol, RIVM, Risk & Policy Alanysts (RPA) & Milieu Ltd; 2017b; *Sub-study b: Chemicals in products and non-toxicmaterial cycles*; European Commission; 7th Environmental Action Programme.
40. Oomen AG & Groot GMd; 2016; *Beoordeling gezondheidsrisico's door sporten op kunstgrasvelden met rubbergranulaat*; RIVM; Briefrapport; 2016-0202; URL: <https://www.rivm.nl/publicaties/beoordeling-gezondheidsrisicos-door-sporten-op-kunstgrasvelden-met-rubbergranulaat>.
41. PBL; 2019; *Werkprogramma voor monitoring en sturing CE 2019-2023*; URL: <https://www.pbl.nl/publicaties/werkprogramma-monitoring-en-sturing-circulaire-economie-2019-2023>.
42. Poorter Ld & Leeuwen Lv; 2016; *Zeer Zorgwekkende Stoffen: prioriteringsopties voor beleid*; RIVM; Briefrapport; 2016-0122; URL: <https://www.rivm.nl/publicaties/zeer-zorgwekkende-stoffen-prioriteringsopties-voor-beleid>.
43. Potting J, Hanemaaijer A, Delahaye R, Ganzevles J, Hoekstra R & Lijzen J; 2017; *Circulaire economie: wat we willen weten en kunnen meten. Systeem en nulmeting voor monitoring van de voortgang van de circulaire economie in Nederland*; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM).
44. Quik JTK, Lijzen JPA & Spijker J; 2019; *Creating Safe and Sustainable Material Loops in a Circular Economy*; RIVM; Briefrapport; 2018-0173; URL: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2018-0173.html>.
45. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland; 2016; *Facade Identification System (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/projecten/facade-identification-system>.
46. Rijksoverheid; 2019a; *elektronisch Milieujaarverslag (e-MJV) (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://www.e-mjv.nl/>.
47. Rijksoverheid; 2019b; *Emissieregistratie (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/bumper.nl.aspx>.
48. Rijksoverheid; 2019c; *Nederland circulair in 2050 (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in-2050>.

49. Rijksoverheid; 2019d; *Response to the Commission's Stakeholder Consultation on Addressing the interface between Chemicals, Product and Waste Legislation*; Geraadpleegd: november 2019; URL: https://webdog.brbs.nl/files/Bijlage_NLresponse_to_CPWi_stakeholderconsultation.pdf.
50. Rijkswaterstaat; 2018; *Handreiking Risicoanalyse ZZS in afvalstoffen*; Rijkswaterstaat; Handreiking; achtergrond bij LAP3/B.14; URL: <https://lap3.nl/nieuws/nieuws-2018/handreiking/>.
51. Rijkswaterstaat; 2019a; *Landelijk Afvalbeheerplan 3 (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://lap3.nl/>.
52. Rijkswaterstaat; 2019b; *LAP3 B14: Zeer zorgwekkende stoffen (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://lap3.nl/beleidskader/deel-b-afvalbeheer/b14-zeer/>.
53. Rijkswaterstaat; 2019c; *Waterkwaliteitsmetingen RWS (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterdata-en-waterberichtgeving/metingen/meten-bij-rijkswaterstaat/index.aspx>.
54. RIVM; 2019a; *GenX als Zeer Zorgwekkende Stof (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://www.rivm.nl/genx/genx-als-zeer-zorgwekkende-stof>.
55. RIVM; 2019b; *Identificatie Zeer Zorgwekkende Stoffen (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://rvs.rivm.nl/stoffenlijsten/Zeer-Zorgwekkende-Stoffen/Identificatie-Zeer-Zorgwekkende-Stoffen>.
56. RIVM; 2019c; *Lijst Zeer Zorgwekkende Stoffen (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://rvszoeksysteem.rivm.nl/ZZSlijst/Index>.
57. RIVM; 2019d; *Potentiële ZZS (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://rvs.rivm.nl/stoffenlijsten/Zeer-Zorgwekkende-Stoffen/Potentiele-ZZS>.
58. RIVM; 2019e; *Sustainability Method (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <http://www.sustainabilitymethod.com/>.
59. RIVM & VeiligheidNL; 2019; *Waarzitwatin (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://waarzitwatin.nl/>.
60. Schoenmakere MD, Hoogeveen Y, Gillabel J, Manshoven S & Dils E; 2019; *Paving the way for a circular economy: insights on status and potentials*; European Environment Agency (EEA); EEA Report; No 11/2019; URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/circular-economy-in-europe-insights>.
61. SPIN2000; 2019; *Substances in Preparations in Nordic Countries (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <http://spin2000.net/>.
62. United Nations Environment Programme; 2016; *The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol/meetings/fourth-meeting-parties-montreal-protocol/decisions/decision-4>.

63. United Nations Environment Programme; 2019; *Stockholm Convention*; URL: <http://www.pops.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx>.
64. Verschoor AJ, Bodar CWM & Baumann RA; 2018; *Verkenning milieueffecten rubbergranulaat bij kunstgrasvelden*; RIVM; Briefrapport; 2018-0072; URL: <https://www.rivm.nl/publicaties/verkenning-milieueffecten-rubbergranulaat-bij-kunstgrasvelden>.
65. Wachholz C, Arditi S & Santos T; 2017; *Keeping it Clean: How to Protect the Circular Economy from Hazardous Substances*; European Environmental Bureau (EEB); EEB Report; URL: <https://eeb.org/library/keeping-it-clean-how-to-protect-the-circular-economy-from-hazardous-substances/>.
66. Wassenaar P, Janssen N, Poorter Ld & Bodar C; 2017; *Substances of very high concern and the transition to a circular economy : An initial inventory*; RIVM; Briefrapport; 2017-0071; URL: <https://www.rivm.nl/publicaties/substances-of-very-high-concern-and-transition-to-a-circular-economy-initial-inventory>.
67. Wastenet; 2019; *Accu recycling, waarom het loont en wat beter kan (webpagina)*; Geraadpleegd: november 2019; URL: <https://wastenet.nl/accu-recycling-waarom-het-loont-en-wat-er-beter-kan/>.
68. Wettenbank Overheid; 2019; *Activiteitenbesluit milieubeheer*; URL: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/2019-10-01>.
69. Zeng X & Li J; 2013; *Implications for the carrying capacity of lithium reserve in China*; Resources, Conservation and Recycling, 80, 58-63.
70. Zijp MC, Waaijers-van der Loop SL, Heijungs R, Broeren MLM, Peeters R, Van Nieuwenhuijzen A, et al.; 2017; *Method selection for sustainability assessments: The case of recovery of resources from waste water*; Journal of Environmental Management, 197, 221-30.
71. Zweers P, Verhoeven J, Wassenaar P, Spijker J, Luit R, Ganzevles J, et al.; 2018; *Advies voor een handreiking met afwegingskader risicoanalyse ZZS in afval*; RIVM; Briefrapport; 2017-0168; URL: <https://www.rivm.nl/publicaties/advies-voor-handreiking-met-afwegingskader-risicoanalyse-zzs-in-afval>.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag