



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

## **Zicht (krijgen) op Zeer Zorgwekkende Stoffen in een Circulaire Economie**

Concretisering van een monitoringsstrategie

RIVM-briefrapport 2020-0208  
A.R. van Bruggen et al.





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

**Zicht (krijgen) op Zeer Zorgwekkende  
Stoffen in een Circulaire Economie**  
Concretisering van een monitoringsstrategie

RIVM-briefrapport 2020-0208  
A.R. van Bruggen et al.

## Colofon

© RIVM 2021

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-2020-0208

A.R. van Bruggen (auteur), RIVM  
L.M. de Boer (auteur), RIVM  
F. Heens (auteur), RIVM  
N.M. Spanbroek (auteur), RIVM

Contact:

Natascha Spanbroek  
Milieu en Veiligheid/Centrum Veiligheid van Stoffen en Producten (VSP)  
[natascha.spanbroek@rivm.nl](mailto:natascha.spanbroek@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, TNO en de Universiteit Utrecht (UU) 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](http://www.rivm.nl)

## Publiekssamenvatting

### **Zicht (krijgen) op Zeer Zorgwekkende Stoffen in een Circulaire Economie**

Concretisering van een monitoringsstrategie

De Nederlandse overheid streeft naar een volledig circulaire economie in 2050. Daarin worden grondstoffen steeds opnieuw gebruikt zodat er zo min mogelijk afval is. Maar in hergebruikte materialen kunnen schadelijke stoffen zitten. Het is daarom belangrijk te weten of het hergebruikte product of gerecycled materiaal veilig is voor mens en milieu.

Een voorbeeld van schadelijke stoffen zijn stoffen met zeer zorgwekkende eigenschappen (ZZS). Ze kunnen bijvoorbeeld kanker veroorzaken of de voortplanting belemmeren. Soms bevatten materialen en producten ZZS die inmiddels verboden zijn. Als deze producten of materialen worden hergebruikt of gerecycled, kunnen ze eruit vrijkomen en in omloop blijven.

Het is niet makkelijk om een volledig overzicht te krijgen van ZZS in producten of materialen. Er zijn heel veel soorten ZZS die in heel veel verschillende materialen en producten zitten. Het RIVM heeft een opzet gemaakt voor een methode om de risico's van ZZS in een circulaire economie te achterhalen. Met deze methode kan worden ontleed op welke plek in 'de keten' van productie, gebruik en afvalverwerking ZZS kunnen zitten en waar ze risico's veroorzaken. Met deze inzichten kan bijvoorbeeld in beeld worden gebracht hoe de overheid en het bedrijfsleven zich (kunnen) inzetten om materialen veilig te verwerken. Twee voorbeelden (piepschuim in woningen en minerale olie in voedselverpakkingen) zijn uitgewerkt om de methode te testen.

Beleidsmakers kunnen de methode gebruiken om beleid op te stellen voor de circulaire economie. Het RIVM beveelt aan om de uiteindelijke monitor samen met beleidsmakers en het bedrijfsleven te ontwikkelen. Dat vergroot de kans om een veilig hergebruik te garanderen.

Dit onderzoek is onderdeel van de integrale circulaire economie rapportage (ICER) en is in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving uitgevoerd.

Kernwoorden: ZZS, afval, keten, raamwerk, monitor, circulaire economie, PBL, ICER.



## Synopsis

### **Gaining insight into substances of concern: monitoring strategy for Substances of Concern in a circular economy**

Working towards a monitoring strategy

The Dutch government aims to have a circular economy in place by 2050. In such an economy, raw materials are continually reused in order to minimise waste. However, reused materials can contain hazardous substances. It is therefore important to know whether the reused or recycled product or material is safe for people and the environment.

Substances of concern are an example of hazardous substances. Such substances can for example cause cancer or interfere with reproduction. Materials and products can also contain substances that have in the meantime been banned. If these products are reused or recycled, these substances can be released and remain in circulation.

It is not easy to get a complete overview of substances of concern in products or materials. There are very many kinds of these substances that are present in a great many different materials and products. RIVM has prepared an initial draft of a method for determining and monitoring the risks posed by substances of concern in a circular economy. This monitoring method makes it possible to analyse at which location in the 'chain of production, use, and (waste) processing' substances of concern can be present and where they cause risks. Using these insights, it is for example possible to show how government and industry can make efforts for safe processing of materials. Two practical cases (polystyrene in houses and mineral oil in food packaging) have been worked out in more detail in order to test the framework.

Policymakers can make use of the method in order to draft policy for the circular economy. RIVM recommends developing the definitive monitor in collaboration with policymakers and industry. This increases the likelihood of ensuring that products and materials are reused safely.

This study is part of the integrated circular economy report (ICER) and commissioned by the Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL).

Keywords: Substance of concern, waste, chain, framework, monitor, circular economy, PBL, ICER.





## Inhoudsopgave

### **Samenvatting — 9**

#### **1 Introductie — 15**

- 1.1 Uitdagingen bij het omgaan met ZZS in een CE — 15
- 1.2 Beleidscontext — 17
- 1.3 *Doelstelling en algehele projectaanpak* — 18
- 1.4 *Afbakening en definities* — 19
- 1.5 Leeswijzer — 21

#### **2 Uitgangspunten en conceptueel kader monitoringsraamwerk — 23**

- 2.1 Uitgangspunten ontwikkeling monitoringsraamwerk — 23
- 2.1.1 Toekomstbeeld ZZS in de CE: in essentiële toepassingen — 23
- 2.1.2 Aansluiten bij bestaande beleidsdoelen, definities en informatiesystemen waar mogelijk — 24
- 2.1.3 Iteratief door ontwikkelen, aanscherpen, prioriteren en uitwerken van de monitoring waar nodig. — 26
- 2.1.4 Gelijk speelveld en verdeling van (administratieve) lasten — 26
- 2.1.5 Systeemperspectief in zicht houden en afwenteling — 27
- 2.2 Conceptueel kader monitoringsraamwerk — 27
- 2.2.1 Veilig: risico's van ZZS — 27
- 2.2.2 Circulair: de R-ladder van de CE en ZZS — 28
- 2.2.3 Conceptueel raamwerk voor monitoring van ZZS in CE — 32

#### **3 Methode uitwerken monitoringsraamwerk — 33**

#### **4 Uitwerking monitoringsraamwerk — 37**

- 4.1 Resultaat stap 1: Komen tot kernvragen door inventarisatie en clustering indicatoren — 37
- 4.2 Resultaat stap 2: Inventarisatie en prioritering van ZZS-houdende stromen — 39
- 4.2.1 Criteria voor prioritering ZZS-houdende stromen — 39
- 4.2.1.1 Expert-input — 39
- 4.2.1.2 Literatuurstudie — 40
- 4.2.2 Informatiebeschikbaarheid — 41
- 4.2.3 Overzicht prioritaire ZZS-houdende stromen — 42
- 4.3 Resultaat stap 3: Identificeren van validatiecasussen voor monitoring van prioritaire ZZS-houdende stromen — 45

#### **5 Validatiecasussen nader bekeken — 51**

- 5.1 Isolatie EPS (piepschuim) — 51
- 5.2 Minerale olie in voedsel — 55
- 5.3 Conclusie uitwerking validatiecasussen — 57

#### **6 Discussie — 59**

#### **7 Bevindingen en aanbevelingen — 63**

- 7.1 Bevindingen — 63
- 7.2 Aanbevelingen — 64

#### **8 Dankwoord — 67**

**Referenties – 69**

**Lijst van veelvoorkomende begrippen en afkortingen – 73**

**Bijlage 1 Geconsulteerde experts – 79**

**Bijlage 2 Inventarisatie potentiële indicatoren – 80**

**Bijlage 3 Uitwerking kernvragen validatiecasus piepschuim – 84**

## Samenvatting

Nederland heeft als doel om in 2050 een veilige en duurzame circulaire economie (CE) te realiseren, met zo min mogelijk afval, zo veel mogelijk hergebruik van grondstoffen en een veilig leefmilieu met verwaarloosbare risico's voor gezondheid en milieu. Om te verkennen hoe we in deze CE veilig omgaan met Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS), die in een CE opnieuw in omloop kunnen komen, heeft het RIVM in 2020 een briefrapport geschreven (Beekman et al. 2020). In opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) presenteert het RIVM in dit briefrapport een eerste monitoringsraamwerk dat de basis legt voor het verkrijgen van zicht op ZZS in een CE.

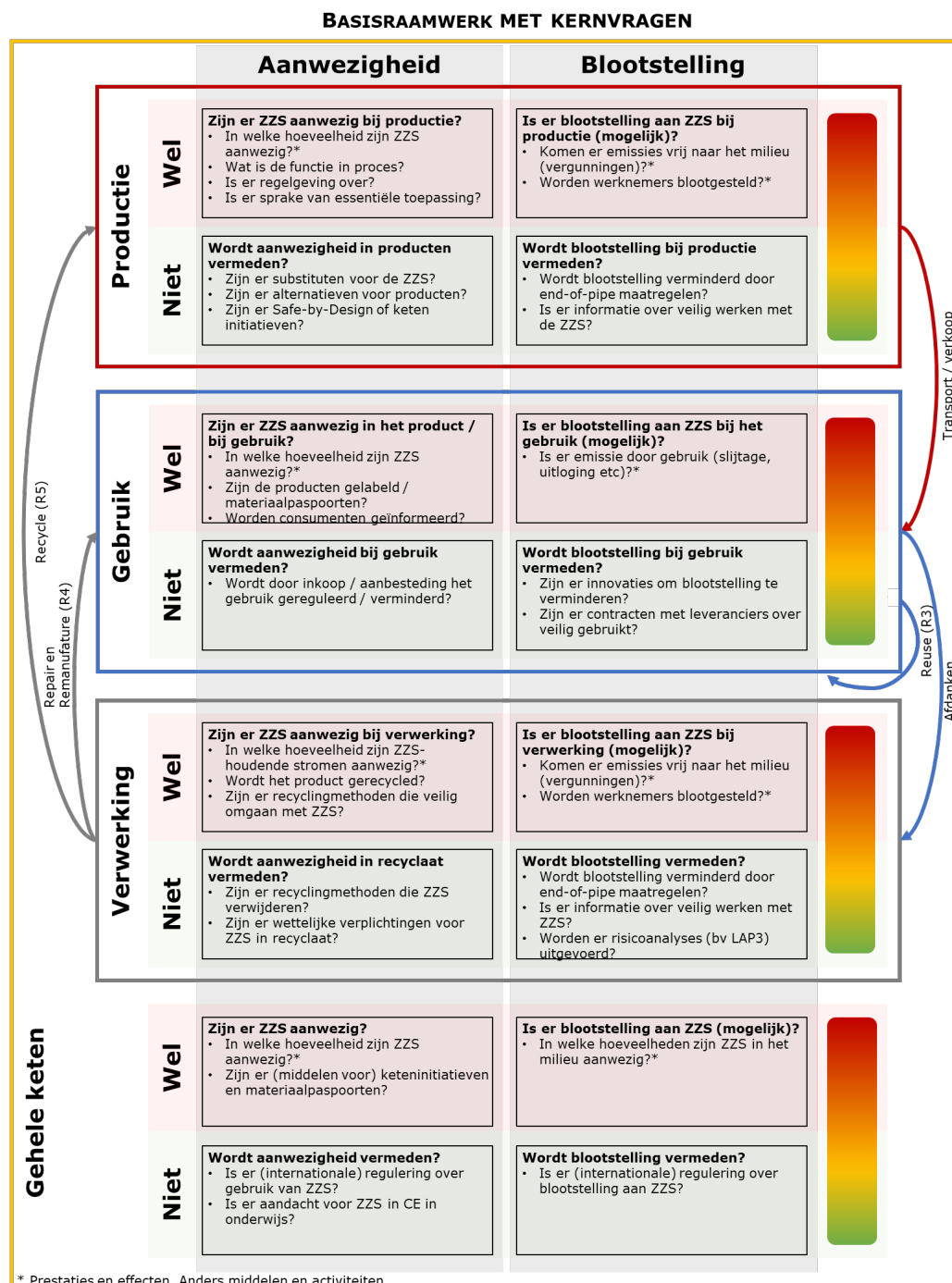
Uitgangspunt voor het monitoringsraamwerk is onderstaand toekomstbeeld voor 2050:

*"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."* (Beekman et al. 2020)

Met dit toekomstbeeld voor ogen zou het monitoringsraamwerk idealiter een antwoord bieden op de hoofdvraag: hoe vergevorderd is de transitie richting een veilige CE? Startpunt voor het basisraamwerk voor de monitoring zijn onderstaande conceptuele kaders:

- Een (potentieel) risico is gebaseerd op de aanwezigheid van een ZZS in combinatie met de (potentiële) blootstelling.
- In een CE kijk je naar (potentiële) risico's in de gehele keten (denk aan hergebruik en recycling).

De kaders voor risico en CE zijn gecombineerd in één conceptueel en kwalitatief raamwerk met kernvragen voor de formulering van indicatoren (zie Figuur 1). Duidelijk is dat de monitoring van ZZS in CE niet met één indicator kan worden bekeken, omdat het monitoren vanwege de grote hoeveelheid ZZS en de verschillende stromen waarin zich deze bevinden. Het monitoringsraamwerk is een belangrijk hulpmiddel om aan te geven waar (in de keten) het grootste knelpunt voor een ZZS-houdende stroom in een CE ligt en waar monitoring zich op moet richten.



Figuur 1 Basisraamwerk met kernvragen voor opzet monitoring van ZKS in een CE.

In de EU wordt meer dan 200 megaton zorgstoffen toegepast in producten, waarvan 30-40 megaton CMR-stoffen (kankerverwekkende, mutagene en reprotoxische stoffen) zijn, en daarmee ZKS (Eurostat 2018). Waar de monitoring moet starten, is een belangrijke eerste vraag. Op basis van expert judgement en een literatuurstudie zijn prioritaire ZKS-houdende stromen in beeld gebracht. Om de monitoring verder hanteerbaar te maken, is het basisraamwerk gekoppeld aan deze meest prioritaire ZKS-houdende stromen. Voor elke specifieke plek in de

keten is één van de prioritaire ZZS-houdende stromen voorgesteld. Door de combinatie van deze validatiecasussen kan een eerste beeld worden gegeven van de transitie naar een veilige CE. Om het conceptuele monitoringsraamwerk te toetsen, zijn twee validatiecasussen verder uitgewerkt: HBCDD in isolatie EPS (piepschuim) en minerale olie in voedselverpakking. Beide casussen laten zien dat de monitoring met behulp van het monitoringsraamwerk meer gericht kan worden opgezet. De focus bij de casus isolatie EPS ligt op indicatoren horend bij de afvalverwerkingsfase (recycling) en dan met name op de aanwezigheid van ZZS. Bij de casus minerale olie in voedselverpakkingen ligt de nadruk op een ander onderdeel van het monitoringsraamwerk, namelijk de gebruiksfase en de potentiële blootstelling van consumenten.

De monitoring van ZZS in een CE is complex en voor de concretisering van een monitoringsstrategie is nog een lange weg te gaan. De grote hoeveelheid ZZS en de verschillende stromen waarin zich deze bevinden, maakt de monitoring zeer complex. Toch is het mogelijk gebleken om een eerste raamwerk op te zetten dat helpt zicht te krijgen op ZZS door kernvragen te stellen over ZZS-houdende stromen op verschillende plekken in de keten. Hiermee kunnen voor specifieke ZZS-houdende stromen of validatiecasussen de meest relevante plekken voor risico's voor ZZS in de keten in beeld worden gebracht. Door de monitoring zo stap voor stap verder uit te werken ontstaat er steeds meer zicht op ZZS in de CE. Het is vooralsnog niet mogelijk prioritaire indicatoren te formuleren voor ZZS in CE in het algemeen, maar het raamwerk geeft aan welke vragen op welke plekken in de keten relevant zijn. Dit raamwerk maakt een eerste start voor de monitoring mogelijk, ook wanneer informatie over risico's of aanwezigheid van ZZS ontbreekt of niet wordt ontsloten, of waar definities zoals die voor essentieel gebruik nog niet helemaal zijn uitgewerkt, of het beleid nog niet operationeel genoeg is.

Parallel aan het verder uitwerken van het monitoringsraamwerk is het wenselijk om verder ervaring op te doen met het monitoren van ZZS in een CE. Bijvoorbeeld door samen met experts, beleidsmakers en de industrie validatiecasussen verder uit te werken. Momenteel is er nog veel onbekend over ZZS (in de gehele levenscyclus) waardoor de daadwerkelijke monitoring niet of slechts beperkt mogelijk is. Het is belangrijk om in een aantal randvoorwaarden te (blijven) investeren, denk bijvoorbeeld aan de verbetering van dataverzameling in de gehele keten.

### **Aanbevelingen**

Op basis van bovenstaande bevindingen komen wij tot onderstaande aanbevelingen voor het vervolg.

- I. Maak het monitoringsraamwerk verder compleet in een iteratief proces met beleid en in samenwerking met de hele keten*

In dit rapport is een monitoringsraamwerk voorgesteld, maar het is nog geen volwaardige monitoring waarmee een nulmeting kan worden uitgevoerd. Door te starten met het verder uitwerken van validatiecasussen, kan het monitoringsraamwerk verder vorm krijgen. Bij het verder uitwerken van het monitoringsraamwerk zijn onderstaande punten van belang:

- Verder uitwerken van de indicatoren voor validatiecasussen en inventariseren van beschikbare informatie in samenspraak met de gehele keten, inclusief industrie en afvalverwerkers.
- Evalueer de voorgestelde validatiecasussen en indicatoren in relatie tot het beleidsdoel. Doe dit mede in samenspraak met het bedrijfsleven en andere stakeholders.
- Werk de taken en verantwoordelijkheden van de monitoring verder uit. Wie is bijvoorbeeld verantwoordelijk voor de uitvoering en dataverzameling?
- Bepaal welke wijze van rapportage of visualisering past bij het monitoringsraamwerk en hoe dit in het kader van de tweejaarlijkse Integrale Circulaire Economie Rapportage (ICER) rapportage het beste kan worden gepresenteerd.
- Werk de inventarisatie van beschikbare en benodigde informatiesystemen met de data voor de monitoring verder uit en betrek daarbij eventueel nieuwe systemen opzetten voor criteria. Door tijdige communicatie met het Grondstoffen Informatie System (GRIS) kan hiermee rekening worden gehouden in ontwikkeling van het GRIS. Volg ook nauw de ontwikkelingen van de SCIP-database (*Substances of Concern In articles as such or in complex objects (Products)*) en andere initiatieven en sluit daar waar mogelijk op aan. Ook is relevant om de frequentie van dataverzameling, mogelijk per casus of prioritaire stroom, te bepalen.
- Begin maken aan een strategie voor het borgen voor de databetrouwbaarheid en verificatie. Start met het opstellen van eenduidige criteria voor de benodigde beschikbaarheid en kwaliteit van data voor materialen in stoffen in de keten. Denk ook na over hoe bedrijven kunnen worden gestimuleerd of verplicht data aan te leveren en hoe monitoring kan sturen op resultaten.
- Evalueer het raamwerk periodiek, zodat het aan blijft sluiten met de transitiedynamiek.
- Sluit raamwerk en indicatoren aan op verdere operationalisering van beleidsdoelen; bijvoorbeeld criteria die worden gesteld voor essentieel gebruik, welke risico's acceptabel zijn, hoe tegengestelde belangen te wegen en hoe de visie op veiligheid in een CE nader wordt ingevuld.

*II. Maak een start met de monitoring van ZZS in een CE in een iteratief proces met beleid en in samenwerking met de hele keten*

Parallel aan het verder uitwerken van het monitoringsraamwerk is het wenselijk om verder ervaring op te doen met het monitoren van ZZS in een CE aan de hand van validatiecasussen voor de prioritaire ZZS-houdende stromen. Zo wordt er geleerd over de monitoring, formuleren van indicatoren voor prioritaire stromen en identificeren van informatiebronnen door het te doen. Onderstaande punten zijn hierbij van belang:

- Werk de validatiecasussen uit dit rapport verder uit door op basis van het raamwerk geïdentificeerde relevante gegevens te verzamelen bij de partijen uit de praktijk en evalueer de resultaten.
- Identificeer samen met experts, beleidsmakers en de industrie op basis van prioritaire stromen nog een aantal casussen in

verschillende sectoren en productgroepen om uit te werken en vergelijk de resultaten.

- Start met de casussen waar meer over bekend is en waar energie op zit in de praktijk om aan te werken.
- Start met het bepalen van prioritaire indicatoren voor monitoring op basis van validatiecasussen.

### *III. Investeer in randvoorwaarden voor monitoring*

De monitoring van ZZS in een CE kan alleen functioneren als er aan een aantal randvoorwaarden wordt voldaan. Momenteel is er nog veel onbekend over ZZS in de verschillende delen levenscyclus van producten en materialen. De volgende randvoorwaarden zijn essentieel voor de monitoring:

- Verbetering van dataverzameling/informatiestroom door de keten, verhogen ketenverantwoordelijkheid en beter meten.
- Kennisontwikkeling op het gebied van meten, monitoren en registreren van ZZS in de afvalstroom, gerecyclede producten, meten door de hele keten heen met flowanalyses en daadwerkelijke blootstelling. Doe dit met name voor stromen relevant in een CE.
- Brede ontsluiting van risicoanalyses die worden gedaan door omgevingsdiensten en provincies, bijvoorbeeld in het kader van LAP3, zodat deze ook beschikbaar zijn voor de monitoring.
- Kennisverzameling over de volledige levenscyclus van stoffen van productie tot aan afvalverwerking in dossiers om de juiste risico's te kunnen monitoren.
- Capaciteit bouwen bij overheden zoals vergunningverleners en Rijkswaterstaat om de beschikbare kennis en informatie over stoffen gedurende de levenscyclus te verkrijgen.
- Ontwikkeling van tools die Safe, Sustainable en Circular-by-Design mogelijk maken en stakeholders ondersteunen in het maken van integrale afwegingen. Dit om te voorkomen dat het recyclen van een materiaal voor verwijdering van een ZZS een hoge milieu-impact veroorzaakt. Geef hier ook aandacht aan in het onderwijs, zodat nieuwe ontwerpers al leren om met deze principes te werken.
- Informatie over ZZS in de CE meer inzichtelijk maken voor burgers die normaliter op afstand staan van de risicobeoordeling. Publieke aandacht kan helpen om meer inzicht te verkrijgen in belangrijke stromen en het hoger op de agenda van politiek en bedrijven krijgen van veiligheid in een CE.





## 1 Introductie

Nederland heeft als doel om in 2050 een veilige en duurzame circulaire economie (CE) te realiseren, met zo min mogelijk afval, maar met hergebruik van grondstoffen en een veilig leefmilieu met verwaarloosbare risico's voor gezondheid en milieu. Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) zijn stoffen die gevaarlijk zijn voor mens en milieu, omdat ze bijvoorbeeld kankerverwekkend of hormoonverstorend zijn. In de EU worden meer dan 200 megaton zorgstoffen toegepast in producten, waarvan 30 tot 40 megaton CMR-stoffen (kankerverwekkende, mutagene en reprotoxische stoffen) zijn, en daarmee ZZS (Eurostat 2018). Om te verkennen hoe we in een CE veilig omgaan met ZZS, die in een CE opnieuw in omloop kunnen komen, heeft het RIVM eerder een verkennende studie verricht waarin de belangrijkste aandachtspunten voor veilige omgang zijn beschreven (Beekman et al. 2020). Het onderzoek maakt ook een eerste aanzet om te beschrijven wat er nodig is om de transitie naar een veilige CE te monitoren, wat mogelijke indicatoren kunnen zijn en waar informatie beschikbaar is. Dit nieuwe onderzoek zet een monitoringsraamwerk op en concretiseert dit verder met indicatoren.

De monitoring van ZZS in een CE valt binnen het Werkprogramma *Monitoring en Sturing Circulaire Economie 2019-2023* dat is opgesteld door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) samen met verschillende kennisinstellingen. Het monitoringsraamwerk voor ZZS in een CE is in opdracht van het PBL verder uitgewerkt in het kader van de tweejaarlijkse onafhankelijke Integrale Circulaire Economie Rapportage (ICER) die begin 2021 voor het eerst wordt gepubliceerd.

### 1.1 Uitdagingen bij het omgaan met ZZS in een CE

De transitie van een lineaire naar een CE als ook een 'non-toxic environment' leidt tot uitdagingen (Beekman et al. 2020). In een 'non-toxic environment' worden stoffen die schadelijk kunnen zijn voor mens en milieu zo veel mogelijk worden uitgefaseerd en emissies en verspreiding van zorgstoffen in het milieu worden beperkt (Ökopol et al. 2017). Een CE is niet automatisch een veilige economie, want het sluiten van grondstofketens kan ook risico's met zich meebrengen (Friege et al. 2019; Johansson et al. 2020). Deze risico's kunnen ontstaan, omdat veel producten (nog) niet ontworpen zijn voor een veilige toepassing in de CE. Zo kan het meer recyclen van materialen bijdragen aan een CE omdat er meer wordt gerecycled, maar ook leiden tot verhoging van concentraties van gevaarlijk stoffen in een product doordat deze ophopen in recycling. Producten kunnen dan mogelijk niet meer aan de veiligheidseisen voldoen en het sluiten van grondstoffenketens wordt belemmerd.

Er zijn meerdere signalen van nieuwe gezondheidsrisico's die kunnen ontstaan in de transitie naar een CE (Gezondheidsraad 2018). Zo kan gebruik van gerecycled plastic in speelgoed leiden tot verhoogde blootstelling van kinderen aan weekmakers en zijn weekmakers aangetroffen in gerecyclede kartonnen pizzadozen in Denemarken

(Danish Consumer Council 2015). Hoe vaak en in welke mate deze risico's zich voordoen, is nog niet te bepalen (Gezondheidsraad 2018). Ook voor het milieu kunnen risico's optreden. Een voorbeeld hiervan is het gebruik van rubberkorrels op kunstgrasvelden van gebruikte autobanden die ZZS en zware metalen bevatten<sup>1</sup> (Oomen en Groot 2016; Verschoor et al. 2018). Risico's die kunnen optreden zijn het lekken van stoffen in de grond, waardoor de biodiversiteit van het ecosysteem wordt aangetast.<sup>2</sup>

In de ontwikkeling van een veilige en duurzame CE moet rekening worden gehouden met de risico's van ZZS gedurende de totale levenscyclus van producten en materialen. Daarnaast is het cruciaal voor een veilige CE om te weten wat er met een ZZS gebeurt wanneer producten, onderdelen en materialen een volgende toepassing krijgen. Dit is extra belangrijk als de nieuwe toepassing anders is dan de oorspronkelijke toepassing. In het rapport van Beekman et al. (2020) zijn drie uitdagingen bij het verkrijgen van zicht op ZZS in een CE geformuleerd. Deze hebben ook impact hebben op het ontwikkelen en de uitvoering van de monitoring en het verkrijgen van de benodigde data wat in dit rapport verder wordt uitgewerkt.

De eerste uitdaging is dat er momenteel onvoldoende informatie beschikbaar is over de aanwezigheid van ZZS in materiaalstromen om veilig hergebruik, recycling en veilige toepassing van recycleert te kunnen waarborgen. Het verkrijgen van de benodigde informatie is niet eenvoudig, omdat waardeketens en de samenstelling van artikelen complex zijn, informatie vertrouwelijk of bedrijfsgevoelig is, veel producten geïmporteerd worden van buiten de EU en naast ZZS ook andere stoffen schadelijk kunnen zijn. Informatie is beschikbaar voor een beperkte groep stoffen zoals *Substances of Very High Concern* (SVHC) die bijvoorbeeld onder REACH wetgeving moet worden geregistreerd. Bovendien is informatie maar op bepaalde plekken in de keten bekend, zoals in de productiefase beschikbaar maar gaat die informatie verloren in de verdere keten, bijvoorbeeld bij recycling. Zo krijgt de retailer niet altijd alle informatie over de toepassing van stoffen van de toeleveranciers.

Ten tweede vereist een CE dat partijen in de gehele keten gezamenlijk verantwoordelijkheid nemen voor het realiseren van veilig gebruik en recycling van materialen en producten. Zo hebben producenten de verantwoordelijkheid om producten zo te ontwerpen dat ze veilig gebruikt en gerecycled kunnen worden en gebruikers te informeren over de potentie voor hergebruik en recycling. Maar ook gebruikers en bedrijven verderop in de keten hebben een verantwoordelijkheid en kunnen deze alleen nemen als ze de juiste informatie kunnen krijgen. Een afvalverwerker heeft toegang nodig tot informatie over ZZS in stromen om materialen veilig en hoogwaardig te kunnen verwerken. Een veilige CE vereist betrokkenheid van een hele keten en begint bij het veilig en duurzaam ontwerp.

<sup>1</sup> Deze manier van hergebruik van autobanden past niet in een CE omdat de korrels eindigen in de biosfeer en geen rekening is gehouden met slijtage en blootstelling aan het milieu.

<sup>2</sup> Spelende kinderen en huisdieren lopen echter geen gevaar (Verschoor et al. 2018). Spelende kinderen en huisdieren lopen echter geen gevaar (Verschoor et al. 2018).

Ten derde, moet er worden nagedacht over het veilig omgaan met ZZS die aanwezig zijn in producten en materialen die al in omloop zijn. Deze uitdaging zal vooral gelden voor ZZS in *essentiële toepassingen*. In essentiële toepassing hangen de ZZS-eigenschappen samen met de functionaliteit van het product en dit maakt dat de ZZS niet zomaar vervangbaar is. Daarnaast zijn in de huidige materialen en producten stoffen aanwezig die intussen verboden zijn (*legacy*-stoffen). Deze kunnen door hergebruik en/of recycling in omloop blijven, waardoor er blootstelling mogelijk kan zijn. Ook kunnen stoffen waar nu nog geen risico's van bekend zijn in de toekomst mogelijk als ZZS worden aangemerkt, of kan er een verandering plaatsvinden in vraag naar en het aanbod van stoffen, waaronder ZZS, wat het monitoren van enkel huidige ZZS onvoldoende maakt (Beekman et al. 2020).

## 1.2 Beleidscontext

Nederland heeft de doelstelling om in 2050 volledig circulair zijn, met een halvering van het gebruik van grondstoffen in 2030 (Kishna et al. 2019; Europese Commissie 2015). Daarnaast streeft Nederland net als Europa naar een zogenoemd 'non-toxic environment'. In verschillende Europese beleidskaders wordt uitfasering en het verkrijgen van zicht op zorgstoffen gestimuleerd, zoals in restrictie of autorisatie binnen REACH, mondiale verdragen zoals het Verdrag van Stockholm (POP) en Europese beperkingen voor specifieke toepassingen, zoals elektronica via het *Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) directive* (United Nations Environment Programme 2019; ECHA 2019a). In paragraaf 2.1.2 wordt dit bestaande beleid nader toegelicht.

Het Nederlandse emissiebeleid richt zich op het weren van ZZS uit de leefomgeving. Bedrijven hebben een minimalisatieverplichting die ervoor zorgt dat emissies van ZZS zo veel mogelijk worden voorkomen of gereduceerd (Wettenbank Overheid 2019). Binnen het Nederlandse Landelijk Afvalbeheerplan (LAP3) worden ZZS ook specifiek aangepakt (Rijkswaterstaat 2019a). Het LAP3-beleid is er op gericht waar mogelijk ZZS uit afvalstromen te verwijderen. Dit moet met behoud van het overige materiaal voor recycling en is gericht op een zo hoogwaardig mogelijke toepassing van het afval. Wanneer verwijdering van ZZS uit het materiaal niet kan, hanteert het LAP3 een risicobenadering om te bepalen in welke gevallen nuttige toepassingen van ZZS-houdende afvalstoffen kunnen worden toegestaan (Rijkswaterstaat 2018).

Het terugdringen van ZZS kan op twee manieren, waarbij bronaanpak de voorkeur geniet. Aanpak bij de bron heeft volgens de principes van het milieubeleid de voorkeur, omdat dit effectiever is dan het bestrijden van emissies. Onder bronaanpak vallen de vervanging (substitutie) van de ZZS door veilige(re) stoffen, het toepassen van Safe-by-Design en technologische aanpassingen. Het concept Safe-by-Design houdt in dat veiligheid in een zo vroeg mogelijk stadium van materiaal, product- en procesontwikkeling wordt meegewogen (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en RIVM 2019). Safe-by-Design heeft beleidsmatig een plek gekregen in het thema 'circulair ontwerp' in het Uitvoeringsprogramma Circulaire economie (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat 2019). Deze beleidsactie bouwt voort op eerdere aandacht voor Safe-by-Design in onder andere het Plastic pact, onderdeel van het

uitvoeringsprogramma kunststoffen, en de recent ontwikkelde *Safe Chemicals Innovation Agenda* (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat 2018; van Bruggen et al. 2019). Daarnaast wordt er onderwijsmateriaal ontwikkeld over Safe-by-Design wat bijvoorbeeld kan worden ingepast in de door IenW ondersteunde CIRCO-tracks. Deze tracks zijn opleidingstrajecten waarin ondernemers en bedrijven worden opgeleid om circulair te ontwerpen (CIRCO 2020). De komende jaren wordt de ontwikkelde ZZS-trainingmodule doorontwikkeld en ingezet in uiteenlopende CIRCO-tracks, bijvoorbeeld op het gebied van veilige, circulaire energieopwekking- en opslagtechnieken (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat 2019).

Als bronaanpak niet mogelijk is, moeten andere maatregelen worden genomen om het gebruik of de emissies van ZZS verder terug te dringen. Denk hierbij aan zuiveringstechnieken, chemisch recyclen, op andere manier verwijderen van chemische stoffen uit producten en het opruimen en verwerken van bijvoorbeeld zwerfafval uit het milieu (Beekman et al. 2020).

Tot slot is er op nationaal en Europees niveau beleid voor het verbeteren van het delen en de transparantie van informatie over zorgwekkende stoffen in waardeketens. Zo is op Europees niveau de SCIP-database ontwikkeld als onderdeel van het Europese *Waste Framework Directive*. Het doel van de database is om meer inzicht te krijgen op de aanwezigheid van SVHC boven een bepaalde concentratie in producten. Leveranciers moeten deze informatie beschikbaar stellen aan afnemers, consumenten en afvalverwerkende bedrijven zoals recyclers (ECHA 2019b). Vanaf januari 2021 moeten bedrijven deze informatie aanleveren en vanaf februari 2021 kan de database worden geraadpleegd.

In Nederland wordt binnen het werkprogramma 'Monitoring en sturing circulaire economie' in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat gewerkt aan het ontwikkelen van een Grondstoffen Informatie Systeem (GRIS). Dit systeem zal structureel gegevens verzamelen over de grondstofstromen, het gebruik en de voorraden ervan in de Nederlandse economie. In het GRIS zou de informatie uit bestaande databases zoals SCIP of grondstoffen paspoorten worden verzameld, ontsloten en eventueel gekoppeld aan andere relevante data over Nederlandse grondstofstromen. Of er plek zal zijn voor informatie over stoffen in grondstofstromen, op welke manier en in hoeverre dit nuttig is, zal in de komende jaren verder worden onderzocht (van der Maas et al. 2019).

### **1.3 Doelstelling en algehele projectaanpak**

Het doel van dit project is de monitoringstrategie voor ZZS in een CE verder te concretiseren op basis van de inventarisatie die is gedaan in 2020 (Beekman et al.). Het doel van het onderzoek is om een methode of raamwerk te ontwikkelen en aanbevelingen te formuleren om vervolgens een eerste start te kunnen maken met de monitoring. De centrale vragen die de monitoring moet beantwoorden zijn:

1. Hoe vergevorderd is de transitie richting een veilige CE?

2. Is het mogelijk om de grootste risico's in beeld te krijgen en deze te monitoren?

Uiteindelijk zal de monitoring inzicht kunnen geven over hoe dicht we zijn bij een veilige CE. Daarvoor moet worden begonnen bij hoe veilig de CE nu is. Omdat het te complex is om in één keer zicht te krijgen op alle ZZS in alle producten en alle risico's in een CE, is de vraag of we nu de grootste risico's in beeld kunnen brengen en monitoren. Aan de hand van die vraag kunnen we uiteindelijk ook zicht te krijgen op de vraag of we dichterbij een volledig veilige CE komen, maar dit zal in de toekomst liggen. Bij het beantwoorden van deze vraag zal een balans moeten worden gevonden tussen de hoge ambitie om een veilige economie te monitoren en is realisme nodig over de mate waarin die monitoring nu al mogelijk is. Dit rapport gaat daarom voornamelijk in op vraag twee; de mogelijkheid van en benodigheden voor het monitoren van de grootste risico's van ZZS-houdende stromen in een CE. Belangrijke vragen die in dit kader worden gesteld zijn:

- Waar in de productketen is het belangrijk om ZZS in materiaalstromen te meten? Waar zitten de grootste risico's?
- Welke indicatoren kunnen worden toegepast om ZZS in de CE in kaart te brengen?
- Hoe komen we tot een selectie van indicatoren?
- Welke ZZS-houdende stromen moeten we als eerste monitoren?
- Welke gegevens zijn nu al beschikbaar om in te zetten voor de monitoring?

De belangrijkste doelen van dit project zijn:

- Ontwikkelen van een basis monitoringsraamwerk ("waar in de keten")
- Op basis van het raamwerk een onderbouwde set aan indicatoren afleiden ("wat we willen weten").
- De indicatoren zover mogelijk te koppelen aan informatiebronnen of bestaande monitoringsprogramma's of indicatoren.
- Op basis van expert judgement prioritaire ZZS-houdende stromen te identificeren ("waar moeten we beginnen").
- Hanteerbaar maken van het raamwerk door validatiecasussen te kiezen en twee validatiecasussen verder uitwerken om het basis raamwerk te toetsen en te evalueren.
- De onderbouwing van gemaakte keuzen en doen van aanbevelingen om het raamwerk voor monitoring te verbeteren en toe te passen.

Daarnaast heeft het project in algemene zin als doel om bewustwording te versterken over het belang van het inbedden van veiligheid, in dit geval specifiek gericht op ZZS, als integraal onderdeel van een transitie naar een CE met daarin Safe and Circular-by-Design. Deze rapportage is vooral gericht op monitoring en opgesteld in nauw overleg met de begeleidingscommissie waaraan verschillende experts deelnamen (zie Bijlage 1).

#### **1.4 Afbakening en definities**

Deze rapportage richt zich op monitoring van ZZS in een CE, omdat omgang met deze stoffen om extra voorzichtigheid vragen vanwege hun

gevaareigenschappen (zoals het veroorzaken van kanker, schadelijkheid voor de voortplanting of slechte afbreekbaarheid in het milieu). Onder ZZS vallen ook de REACH SVHCs en POPs die zijn opgenomen in de EU POP-Verordening, die vanuit de internationale verordeningen worden gereguleerd. SVHC maken dus een onderdeel uit van de ZZS (zie Figuur 2). In een later stadium zou de monitoring uitgebreid kunnen worden naar andere zorgstoffen, die geen zeer zorgwekkende gevaareigenschappen hebben, maar wel tot risico's voor mens en milieu kunnen leiden. Zo zou bijvoorbeeld de mogelijke problematiek rondom agentia en biotechnologie, die vanuit een bredere discussie over CE en veiligheid speelt, in de toekomst worden meegenomen.



Figuur 2 Schematische weergave verschil SVHC en ZZS (RIVM 2019)

Dit onderzoek richt zich op stoffen en producten die naar verwachting vooral in CE zullen worden toegepast. Er wordt dus met name gekeken naar ZZS die extra voorzichtigheid vragen omdat ZZS-houdende stromen, materialen of producten veelvuldig zullen worden hergebruikt of gerecycled en nieuwe technologieën zullen worden toegepast om dat mogelijk te maken.

Een monitoringsstrategie wordt met name uitgewerkt ter ondersteuning van het overheidsbeleid in de uitvoering en ontwikkeling van beleid op het gebied van ZZS. Dit geldt in het bijzonder voor de rijksoverheid, het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en voor het PBL als onderdeel van de ICER. Ook andere overheden en omgevingsdiensten kunnen op termijn van de inzichten van de monitoring gebruik maken. Dit onderzoek naar een monitoringsstrategie richt zich met name op Nederland, maar houdt daarbij rekening met het feit het stoffenbeleid in belangrijke mate Europees wordt vormgegeven. Daarnaast kan het monitoringsraamwerk dienen als voorbeeld voor kennisinstellingen en overheidsinstanties in het buitenland. Ook kan het worden gebruikt door bedrijven die Safe en Circular-by-Design in hun keten willen toepassen. Tot slot kan het worden gebruikt door niet-gouvernementele organisaties (Ngo's) die willen bijdragen aan een veilige en duurzame CE.

Deze rapportage stelt een monitoringsraamwerk voor, maar er wordt nog geen monitoring uitgevoerd of een 'nulmeting' gedaan over de veiligheid van de CE. Wel is de basis voor toekomstige monitoring gelegd om in de volgende rapportages mee verder te kunnen met het nader uitwerken van casussen. Deze afbakening is gerechtvaardigd omdat de nadruk ligt op het opzetten van het monitoringsraamwerk en op het verkrijgen van indicatoren voor prioritaire ZZS-houdende stromen, en niet alles in een keer kan worden gemonitord. Bij de

prioritering zijn experts van binnen en buiten het RIVM betrokken en de studie is gebaseerd op reeds beschikbare bronnen (zie Bijlage 1). De mate waarin het raamwerk van de monitoring verder kan worden uitgevoerd, is afhankelijk van beschikbare en bruikbare informatiebronnen. Er worden aanbevelingen gedaan hoe de monitoring verder kan worden ontwikkeld op basis van de resultaten in deze rapportage.

## **1.5 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten van de monitoring en het conceptueel kader van het monitoringsraamwerk toegelicht. In hoofdstuk 3 wordt uitgelegd welke methode is gebruikt om op basis van het conceptuele raamwerk te komen tot kernvragen voor het formuleren van indicatoren. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van het verder uitwerken van het monitoringsraamwerk weergegeven. In hoofdstuk 5 wordt het raamwerk verder uitgewerkt voor twee validatiecasussen, isolatie EPS (piepschuim) en minerale olie in voedsel. In hoofdstuk 6 volgt een discussie over de verkregen resultaten. In hoofdstuk 7 worden conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan voor beleid als ook verbetering van de monitoring en een vervolgtraject.





## 2 Uitgangspunten en conceptueel kader monitoringsraamwerk

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten van de monitoring en het conceptuele kader voor het monitoringsraamwerk voor ZZS in de CE geschetst. Aan de hand van dit conceptuele kader kan het monitoringsraamwerk verder worden uitgewerkt wat kan worden gebruikt voor de formulering van onderbouwde indicatoren voor prioritaire ZZS-houdende stromen en identificering van bijbehorende informatiebronnen.

### 2.1 Uitgangspunten ontwikkeling monitoringsraamwerk

Een veelgehoord motto van monitoring is: 'van meten komt weten'. Maar wat er moet worden gemeten, hangt nauw samen met wat we willen en kunnen weten binnen de beschikbare tijd en middelen; weet dus ook wat je meet. In het ontwikkelen van het monitoringsraamwerk zijn vijf uitgangspunten of principes gehanteerd. Deze zijn uitgewerkt in de volgende paragrafen (2.1.1-2.1.5).

#### 2.1.1 Toekomstbeeld ZZS in de CE: in essentiële toepassingen

Het uitgangspunt van het beleid op CE is om een "gezonde en veilige leefomgeving voor iedereen te realiseren" (Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat 2018). Het Safe-by-Design concept staat daarin centraal en als voorwaardelijk. Er bestaan verschillende visies over de omgang met ZZS in een CE en invulling van het doel om toe te werken naar een 'non-toxic environment' (Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur 2020). Sommigen stellen dat er helemaal geen ZZS meer mogen voorkomen in een CE. Anderen stellen dat ZZS nog wel mogen voorkomen, mits gecontroleerd, of zoals in het geval van essentieel gebruik, zolang ze minimale blootstellingsrisico's opleveren en/of minimale emissie naar het milieu veroorzaken. Beide visies zijn het eens dat het zaak is om zicht te houden op ZZS in een CE en dit te monitoren.

Binnen dit project is hetzelfde toekomstbeeld voor 2050 gebruikt als in het voorgaande rapport (Beekman et al. 2020):

*"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."* (Beekman et al. 2020)

Dit toekomstbeeld schept een kader om tot een eerste monitoringsraamwerk te komen en kan mede sturend zijn in een transitie naar een veilige en duurzame CE. De keuze voor dit toekomstbeeld als uitgangspunt is niet bedoeld als voorspelling of afspiegeling van beleid, al is er bij de formulering ervan wel rekening gehouden met de visie uit bestaande beleidsinitiatieven rond de CE en een 'non-toxic environment'. Het toekomstbeeld sluit bijvoorbeeld aan bij de recent verschenen Strategie voor Duurzame Chemische Stoffen

van de Europese Commissie waarin staat dat de schadelijkste chemische stoffen helemaal niet meer mogen worden gebruikt, tenzij ze essentieel zijn voor de samenleving (European Commission 2020). De definitieve uitwerking van een toekomstvisie en in hoeverre ZZS nog voorkomen in een CE is een beleidskeuze. Deze keuze is niet aan het RIVM en valt tevens buiten de scope van dit project, maar heeft wel invloed op de monitoring.

### 2.1.2 *Aansluiten bij bestaande beleidsdoelen, definities en informatiesystemen waar mogelijk*

Het monitoringsraamwerk sluit, waar mogelijk, aan op bestaande beleidsdoelen, definities en informatie die al in bestaande systemen wordt vastgelegd. Aansluiten bij de beleidsdoelen is belangrijk om te kunnen reflecteren op de voortgang van het beleid. De scope van de monitoring is ZZS, omdat deze ZZS met prioriteit worden behandeld in het Nederlandse beleid.

Op prioriteiten vanuit beleid wordt ook vaker informatie verzameld. Vanuit Europees beleid worden er gegevens verzameld over SVHCs en POPs, stoffen die deel uitmaken van de Nederlandse ZZS. Europees beleid heeft invloed op de informatieplicht in productketens. Daarom is het belangrijk om aan te sluiten op bestaande databases waarin informatie over SVHCs en POPs wordt verzameld, als ook systemen die nog in ontwikkeling zijn zoals de eerder genoemde SCIP-database. Aansluiten op deze andere monitoringsraamwerken vermindert de administratieve last van de monitoring, omdat het niet dubbel hoeft te worden verzameld en gerapporteerd. Voor het monitoren van ZZS voor de CE wordt er aangesloten op bestaande monitoringsraamwerken, zoals de monitoring van de CE door PBL (Potting et al. 2017a).

Ook wordt waar mogelijk aangesloten op bijbehorende conceptualisaties van de circulaire economie, zoals afvalhiërarchie uit LAP3, en bestaande definities van recycling waar mogelijk. Aansluiting op internationale en Europese definities waar mogelijk is belangrijk, omdat de context waarbinnen ZZS worden gemonitord voor een groot deel wordt beïnvloed door Europese wetgeving. Kader 1 geeft een overzicht van bestaande dataverzamelings- en monitoringsactiviteiten waarop is aangesloten voor zover mogelijk.

#### *Kader 1 Bestaande dataverzamelings- en monitoringsactiviteiten*

##### **Bestaande dataverzamelings- en monitoringsactiviteiten**

Gerelateerd aan het onderwerp ZZS in de CE zijn er al een aantal verwante activiteiten wat betreft dataverzameling en monitoring. Hieronder worden enkele beknopt beschreven.

##### **ZZS in afval**

De Wet milieubeheer geeft aan dat de ontdoener van afvalstoffen verplicht is om aan de ontvanger informatie te verstrekken over de aard, eigenschappen en samenstelling ervan. Hiermee is de ontvanger in staat om te bepalen welke maatregelen nodig zijn voor bescherming van personeel en milieu. Deze plicht voort uit de implementatie van de Europese Kaderrichtlijn afvalstoffen. Ook moet de ontvanger van de afvalstoffen melding doen van de ontvangst melding doen aan het Landelijk Meldpunt Afvalstoffen (LMA) en op verzoek ook aan het

bevoegd gezag. In het Besluit melden bedrijfsafvalstoffen en gevaarlijke afvalstoffen is nog niet uitgewerkt hoe dit specifiek voor ZZS geregeld is (Rijkswaterstaat 2020). Daarom heeft het rijk aangegeven het Besluit 'melden' te gaan aanpassen, waarmee er een plicht komt voor het melden van ZZS in afval. Dit moet de ontdoener melden aan de verwerker. Daarnaast dient er in een omgevingsvergunning rekening te worden gehouden met het LAP3 en de regels omtrent ZZS bij verwerking, zoals een risicoanalyse (Rijkswaterstaat 2018, 2019b). Bevoegde gezagen kunnen in een vergunning ZZS-bepalingen opnemen. Er zijn momenteel geen centrale databases waarin de informatie over ZZS in afval, vergunningen of risicoanalyses vanuit LAP3 worden verzameld.

### **REACH**

REACH staat voor *Registration, Evaluation, Authorization and restriction of CHemicals*.

De REACH-verordening uit 2006 (EG 1907/2006) bevat voorschriften voor de registratie en regulering van de productie en import van stoffen in de EU. De registratiedossiers die bedrijven indienen zijn gedeeltelijk openbaar op de website van ECHA en kunnen worden gebruikt voor de verzameling van data. Onder REACH zijn importeurs van artikelen verplicht om de aanwezigheid van SVHCs te melden.

### **POP**

De POP-verordening richt zich op het weren van *Persistent Organic Pollutants* uit producten. Producten moeten voldoen aan de genoemde grenswaarden. Daarnaast regelt de POP-verordening een veilige verwerking van POP-houdende afvalstoffen. Van POP-houdend afval is sprake als afval een gelijke of hogere concentratie POP bevat dan vermeld in de POP-verordening. Er zijn verschillende monitoringsprogramma's rond POPs, maar deze richten zich op POPs in lucht, water, bloed en moedermelk en niet producten (Secretariat of the Stockholm Convention 2020).

### **SCIP**

SCIP staat voor *Substances of Concern In articles as such or in complex objects (Products)*. De SCIP-database is ontwikkeld in het kader van de Europese Kaderrichtlijn Afval (*Waste Framework Directive* (WFD) (ECHA 2019b). De SCIP-database heeft als doel de kennis van gevaarlijke chemicaliën in voorwerpen en producten gedurende hun hele levenscyclus – met inbegrip van de afvalfase – te vergroten. Vanaf januari 2021 moeten bedrijven daarom een melding doen in de database bij ECHA. Het is nog onbekend in hoeverre de openbare gegevens uit de SCIP-database bruikbaar zijn voor monitoring.

### **ZZS-emissies**

Bevoegde gezagen van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) doen een uitvraag naar ZZS-emissies bij bedrijven (DCMR Milieudienst Rijnmond 2019). Hiertoe worden alle bedrijven verzocht informatie te leveren over hun ZZS emissies in het kader van de informatieverplichting. Deze informatie wordt centraal opgeslagen in een database, welke technisch is ondergebracht binnen het elektronische milieu jaarverslag (e-MJV). De informatie wordt gebruikt om te kijken naar de vergunningen en om het beleid te monitoren. De informatie

wordt momenteel nog verzameld en er wordt nog onderzocht of en hoe dit openbaargemaakt kan worden. Ook voor emissies naar oppervlaktewater onder de watervergunning zijn acties gestart om deze te inventariseren (Rijkswaterstaat 2019c).

Naast bestaande manieren van monitoring, sluit het monitoringsraamwerk aan op het kader voor de monitoring van de CE (Potting et al. 2017a). In deze CE-brede monitoring wordt onderscheid gemaakt tussen middelen en activiteiten enerzijds, en prestaties en effecten anderzijds. Effectmonitoring gaat met name over kwantitatieve indicatoren zoals de vermindering van hoeveelheid en volume van ZZS aanwezig in bepaalde producten. De stand van zaken is relevant, want ze zeggen iets over risico's. Of vermindering van de hoeveelheid en volume optreedt is vaak pas jaren na ingevoerde maatregelen of ondernomen activiteiten zichtbaar. Proces-indicatoren betreffen middelen en activiteiten. Deze indicatoren zijn kwalitatief en scheppen randvoorwaarden voor de meetbare effecten van de transitie, zoals onderwijsactiviteiten voor Safe-by-Design (Potting et al. 2017a). Monitoring van de veiligheid van de transitie naar een CE vereist zowel kwalitatieve als kwantitatieve indicatoren, om zowel inzicht te krijgen in de richting waarin de transitie zich ontwikkeld op de kortere termijn, als ook om zicht te krijgen op de lange termijn over daadwerkelijke effecten en resultaten.

### 2.1.3 *Iteratief door ontwikkelen, aanscherpen, prioriteren en uitwerken van de monitoring waar nodig.*

Waar het niet mogelijk is om aan te sluiten bij bestaande definities of manieren van monitoren, moeten deze worden ontworpen of geagendeerd bij beleid om meer duidelijkheid te krijgen. Dit proces gebeurt in samenspraak met experts en belangrijke stakeholders om zo aan te sluiten bij mogelijkheden en behoeften. Verder bestaat er een grote heterogeniteit tussen de verschillende producten of afvalstromen met ZZS. Zo kan een indicator om ZZS in afvalstromen te meten niet in één keer voor al het afval worden ingevuld vanwege de grote complexiteit van de hoeveelheid verschillende producten met verschillende ZZS. Wel kan de indicator iteratief worden aangescherpt met betrokken partijen voor een specifieke stroom. Zo is het aanscherpen van de monitoring een continu proces dat zich over de jaren heen zal ontwikkelen, naarmate er wordt geleerd door te doen. Daarnaast is er verbetering van kennis nodig over stoffen en hun eigenschappen, alleen en in cumulatieve samenstelling, om nog onbekende ZZS te identificeren of beter te kunnen monitoren (Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur 2020). Cumulatieve blootstelling gaat over blootstelling aan combinaties van stoffen in de leefomgeving, die andere risico's met zich meebrengen dan stoffen op zichzelf. Toto slot, wanneer de benodigde kennis (nog) niet aanwezig is, is het belangrijk te prioriteren. Wat moeten we als eerste weten of welke stromen weten we al wel iets van waarmee we met de monitoring kunnen beginnen?

### 2.1.4 *Gelijk speelveld en verdeling van (administratieve) lasten*

Monitoring van ZZS in een CE kan alleen functioneren bij bepaalde randvoorwaarden, zoals het verkrijgen van inzicht in productsamenstelling en het delen van deze informatie in de keten.

Verhoogde ketenverantwoordelijkheid voor producten en het uitbreiden van producentenverantwoordelijkheid zal helpen om zicht te krijgen op ZZS door product- en materiaalketens heen. Een monitoringsraamwerk kan rekening houden met de administratieve lasten die een dergelijke monitoring en investering in randvoorwaarden met zich meebrengt, zodat de administratieve lasten niet disproportioneel zijn met de voordelen die het oplevert. Ook is het belangrijk in de monitoring dat deze lasten gelijk verdeeld worden over bijvoorbeeld grote industrie en het MKB, zodat iedereen voldoende mogelijkheid heeft het in te vullen en er geen ongelijkheden bestaan of ontstaan.

#### 2.1.5 *Systeemperspectief in zicht houden en afwenteling*

De monitoring van de veiligheid in een CE is een onderdeel van de opgave om naar een duurzame, gezonde en veilige samenleving toe te werken. De monitoring staat binnen een grotere context van de ICER waarin in productie en consumptiesystemen moeten worden beoordeeld op zowel ecologische voetafdruk als de veiligheid. Bij conflicterende doelen waar het veilig recyclen van een product bijvoorbeeld een grote milieudruk veroorzaakt, is een integrale afweging noodzakelijk. Het uitwerken hiervan valt buiten de scope van de monitoring.

## 2.2 **Conceptueel kader monitoringsraamwerk**

Op basis van bovenstaand toekomstbeeld en uitgangpunten is een monitoringsraamwerk ontwikkeld met gebruik van bestaande concepten en tools voor enerzijds een CE en anderzijds het vaststellen van risico's van ZZS voor mens en milieu. In deze paragraaf worden twee bestaande conceptuele kaders samengevoegd tot een conceptueel kader voor het monitoringsraamwerk:

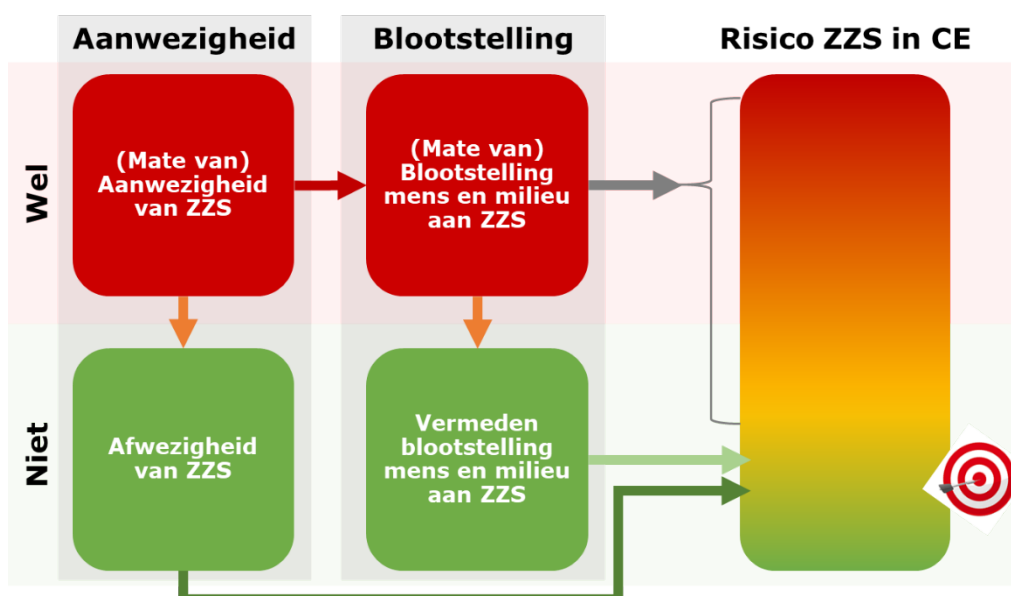
- Een (potentieel) risico is gebaseerd op de aanwezigheid van een ZZS in combinatie met de (potentiële) blootstelling (paragraaf 2.3.1)
- In een CE zijn (potentiële) risico's in de gehele keten van belang (denk aan hergebruik en recycling) (paragraaf 2.3.2)

Op basis van dit raamwerk kunnen indicatoren voor de monitoring worden geïdentificeerd en geprioriteerd.

#### 2.2.1 *Veilig: risico's van ZZS*

Het stoffenbeleid als ook het afvalbeleid is gericht op het voorkomen en beperken van risico's voor de gezondheid van mens en milieu die bij toepassing van ZZS kunnen ontstaan (Rijkswaterstaat 2019b). Wanneer een ZZS aanwezig is in een materiaal of product, kunnen er door blootstelling aan het materiaal of product risico's ontstaan. Dit risico wordt intrinsiek bepaald door de aanwezigheid van ZZS in combinatie met de (potentiële) blootstelling voor mens en milieu. Het risiconiveau wordt ook bepaald door de concentratie aan ZZS, hoe de ZZS gebonden is in de matrix (mogelijkheid dat emissies uit materialen mens of organismen bereiken) en de schadelijkheid van de ZZS. In deze monitoring is het vertrekpunt het wel of niet aanwezig zijn van ZZS. Het beleid is namelijk gericht op het stapsgewijs verwijderen van alle ZZS uit de economie en het vermijden en beperken van risico's die bij toepassing van ZZS kunnen ontstaan.

Bronaanpak binnen het beleid zet in op het vervangen van de ZZS, oftewel het vermijden van de aanwezigheid van de stof. Wanneer de aanwezigheid van een ZZS essentieel is voor een toepassing, moeten de risico's door blootstelling worden vermeden. Wanneer er geen ZZS aanwezig zijn of blootstelling hieraan wordt vermeden, is er geen risico veroorzaakt door de ZZS. De monitoring richt zich daarom enerzijds op de aanwezigheid van ZZS en de blootstelling daarvan, en anderzijds op de afwezigheid en de vermeden blootstelling. Dit is weergegeven in Figuur 3. Deze matrix vormt de basis voor het kijken naar risico aan de hand van aanwezigheid en blootstelling, en de vermeden aanwezigheid en blootstelling van ZZS. De matrix beperkt zich tot risico's van ZZS, maar er kunnen zich alsnog andere risico's voor mens en milieu voordoen, omdat er andere gevaren aanwezig zijn.



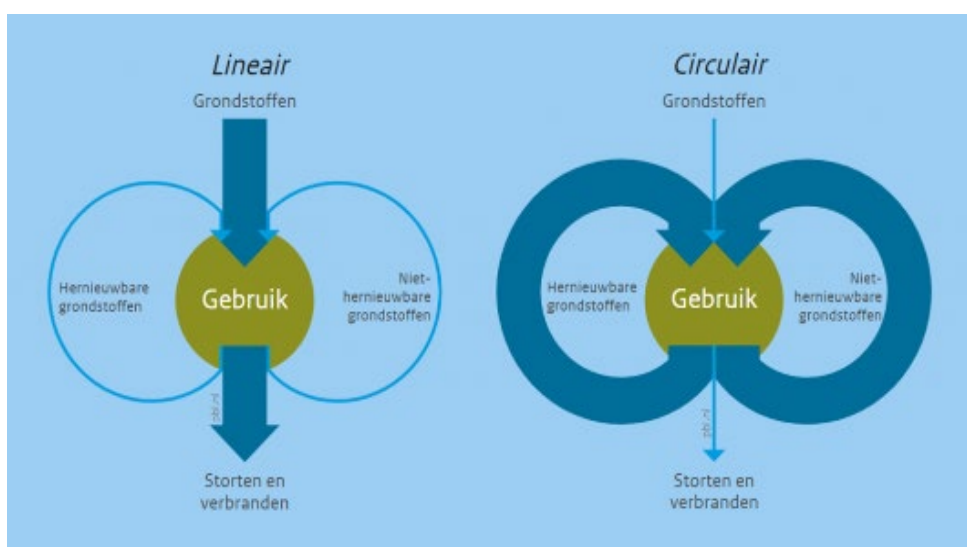
Figuur 3 Matrix bepaling (vermijding) risico van ZZS in een CE op basis van aanwezigheid en blootstelling.

Deze matrix bepaalt dat de aanpak voor de monitoring van ZZS in de CE gebaseerd is op risico. Dit bestaat uit aanwezigheid en blootstelling aan een ZZS. Het ZZS beleid in Nederland in het algemeen is echter gebaseerd op hazard of gevaar: is er een ZZS aanwezig met gevaareigenschappen dan moet er verder worden gekeken of worden gemonitord aan de hand van de mate van blootstelling van mens en milieu aan de ZZS. Een risicobenadering, in plaats van een gevaar (hazard) benadering, voegt een stap toe aan de monitoring en maakt het complexer, maar staat toe dat aanwezigheid van ZZS in essentiële toepassingen nog kan worden gehandhaafd mits het risico niet te groot is en de mate van blootstelling dus onder een bepaalde waarde blijft. Ook kan er op basis van risico gericht worden gemonitord, omdat alle stromen met ZZS monitoren voorlopig te complex is.

### 2.2.2 Circulair: de R-ladder van de CE en ZZS

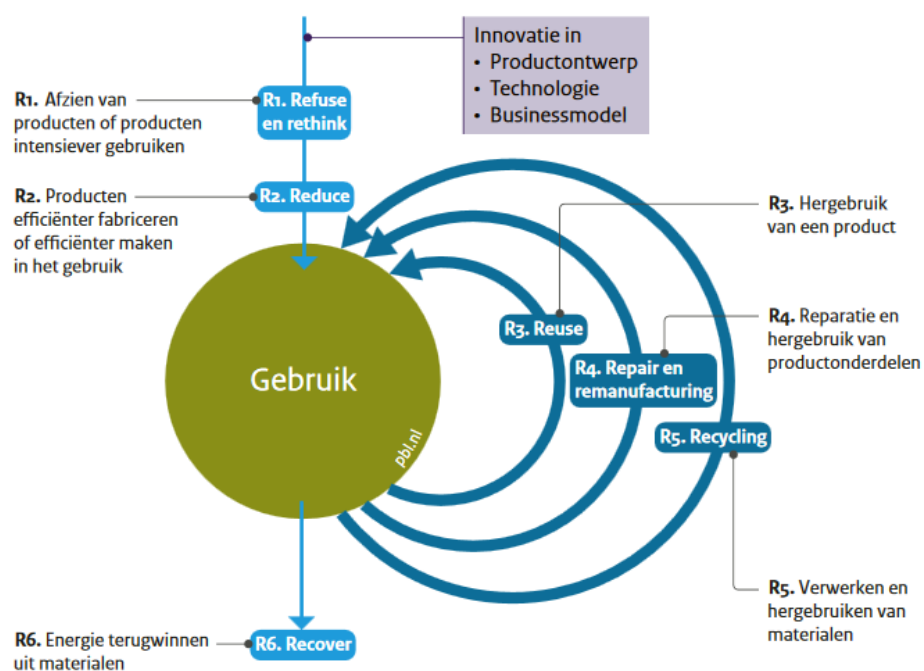
Zoals eerder omschreven, in de transitie van een lineaire economie naar een circulaire zal het veilig omgaan met ZZS ingewikkelder worden, omdat materialen en producten op verschillende manieren opnieuw worden gebruikt, hergebruikt en gerecycled worden (zie Figuur 4). Dit

kan leiden tot nieuwe blootstellingsroutes aan ZSS of verhoogde aanwezigheid van ZSS en dus risico's op verschillende punten in de levenscyclus. Ook worden er in een CE andere materialen en technologieën gebruikt, waarin mogelijk andere ZSS aanwezig zijn. Monitoring van ZSS is daarom gericht op de gehele keten van een materiaal, product of toepassing en zorgt dat op belangrijke plekken in die keten de risico's worden bepaald. Hierbij wordt opgemerkt dat er reeds beleid is voor het voorkómen en beheersen van risico's van stoffen in delen van de keten, zoals het emissiebeleid of het arbobeleid bij productie, of afvalbeleid bij verwerking.



Figuur 4 Verschil lineaire en circulaire economie (Potting et al. 2017b)

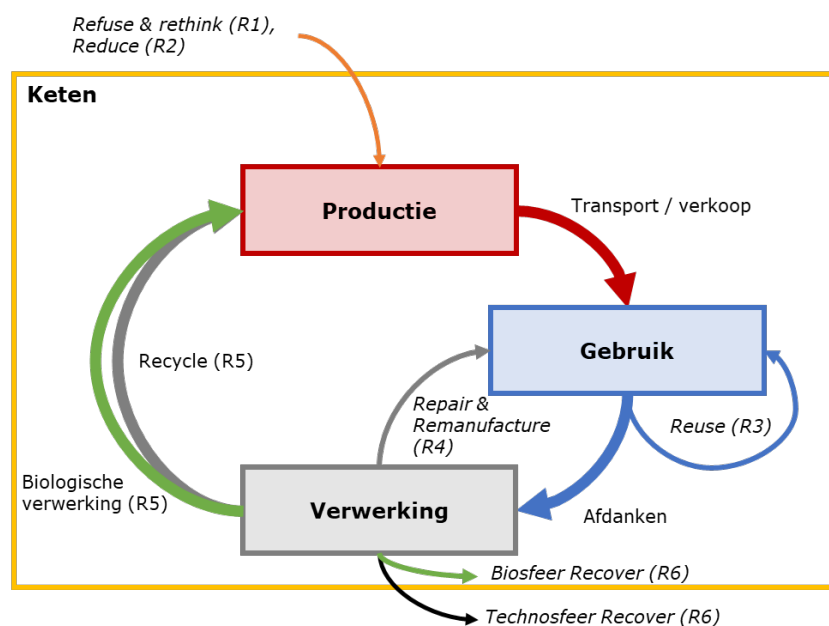
Om risico's van ZSS in een CE te monitoren, moet dit op de voor CE belangrijke fasen in de levenscyclus gebeuren. In een CE, geeft de ladder van Lansink of de afvalhiërarchie een overzicht van verschillende circulariteitsstrategieën die worden toegepast om een stroom circulair te maken. Deze strategieën kunnen ook worden gebruikt om de levensfasen in ketens aan te duiden. Figuur 5 geeft een overzicht weer van de verschillende circulariteitsstrategieën en fasen in een CE. De strategieën kunnen op verschillende manieren worden ingedeeld, maar zijn voor dit onderzoek onderverdeeld in *Refuse en Rethink* (R1), *Reduce* (R2), *Reuse* (R3), *Repair en Remanufacture* (R4) en *Recycle* (R5) in navolging van de ICER (Rood en Kishna 2019). *Recover* (R6) betreft het afdanken, verbranden of vergisten (biologische verwerking) van een product met terugwinning van energie of nutriënten.



Figuur 5 R-ladder met strategieën van circulariteit (Rood en Kishna 2019).

De strategieën die in een CE worden toegepast of de manieren die worden gebruikt om de kringlopen te sluiten, kunnen ook worden gebruikt voor de monitoring van ZKS in een CE. In de transitie zullen drie fasen in de levenscyclus er anders uit gaan zien. Zo wordt er ontworpen met een circulaire strategie in gedachten (Safe-by-Design), zal hergebruik vaker plaatsvinden en zullen materialen vaker worden gerecycled. Een monitoring die zich richt op ZKS in de CE, zal dus expliciet aandacht moeten hebben voor deze fasen in de levenscyclus van materialen en producten, zie ook Figuur 6. Verbranden (in de technosfeer) wordt niet meegenomen in het raamwerk, verwerking van biomassa met terugwinning van nutriënten is wel een belangrijk onderdeel van de transitie naar CE (biosfeer).





Figuur 6 Schematische weergave van de ketenbenadering voor monitoring van ZZS in een CE. De drie belangrijkste beschouwde levensfasen zijn productie, gebruik en verwerking.

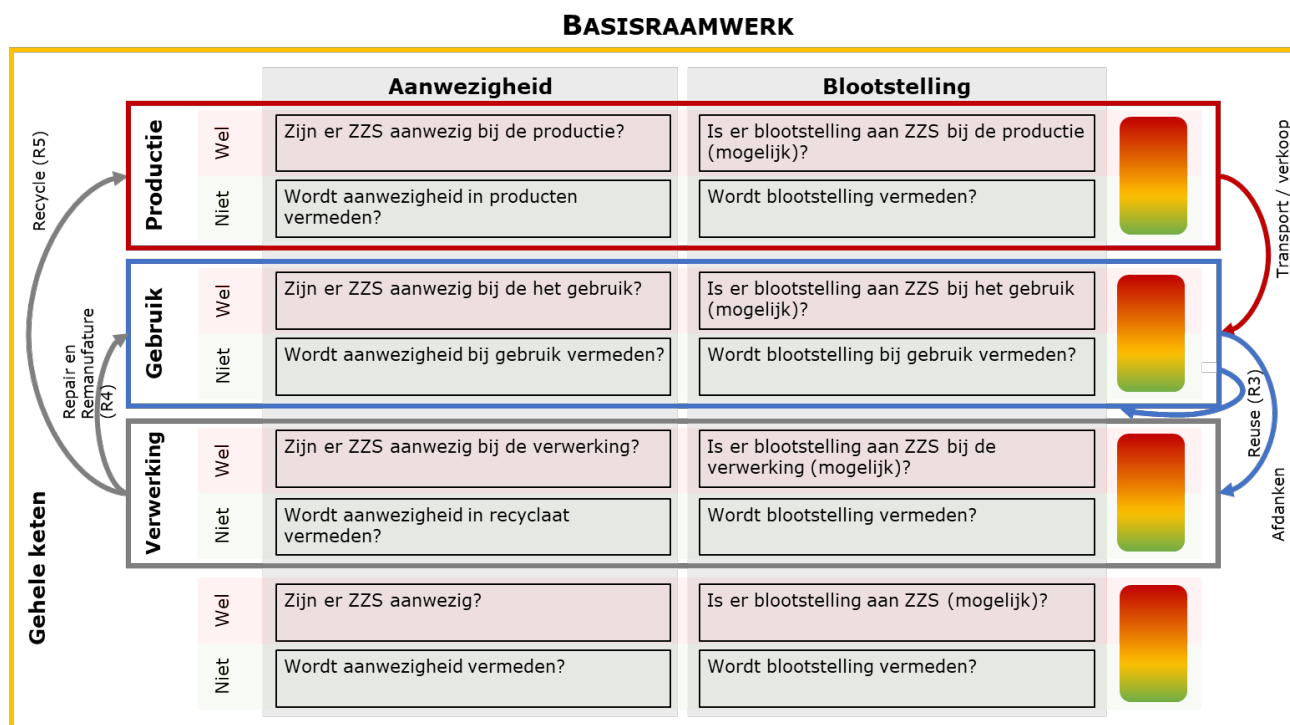
De volgende R-strategieën van de CE of fasen in de levenscyclus van ZZS-houdende stromen krijgen, zoals te zien in Figuur 6, de meeste aandacht in een monitoring van ZZS in een CE:

- Productie: de bewerking van (secundaire) grondstoffen tot materialen en het maken van producten. Hieronder vallen ook de fasen van (her)ontwerp van producten, substitutie van ZZS en preventie van nieuwe productie (*refuse, rethink* en *reduce*).
- Gebruik: zowel het gebruik als verbruik van producten (denk aan schoonmaakmiddelen). Binnen gebruik valt in dit kader ook inkoop en hergebruik van producten (*reuse*). Hoewel hergebruik van producten in dezelfde functie niet direct zal leiden tot nieuwe risico's van ZZS omdat aanwezigheid in principe hetzelfde blijft, kunnen producten en materialen bij veelvuldig hergebruik wel gaan slijten of kunnen ze in andere functies worden hergebruikt. Dit kan mogelijk tot nieuwe of andere blootstelling en dus nieuwe risico's leiden.
- Verwerking: onder verwerken valt het herstellen van producten (*repair*), hergebruik van productonderdelen (*remanufacture*) en recycling van materialen en grondstoffen (*recycling*). Voor producten uit de biocycclus wordt ook het terugwinnen van energie of nutriënten (*recover*) beschouwd, zoals het verwerken van digestaat (restproduct van vergistingsprocessen) als bodemverbeteraar. Onder verwerking valt ook het proces van scheiding van producten en materiaalsoorten en de verwerking daarvan met verschillende technologieën. De verwerking is een complex proces dat meerdere stappen en partners in de keten behelst.

## 2.2.3

*Conceptueel raamwerk voor monitoring van ZS in CE*

De combinatie van het concept "risico van ZS" en het concept "CE bestaande uit de R-ladder", zoals beschreven in paragrafen 2.2.1 en 2.2.2 leidt tot het onderstaand conceptueel raamwerk voor de monitoring van ZS in een CE (zie Figuur 7). Door middel van het volgen van dit raamwerk kunnen de risico's van ZS in stromen in een CE in kaart worden gebracht. Om de risico's daadwerkelijk te kunnen monitoren, moet elk 'vak' in het raamwerk verder worden uitgewerkt. In het basisraamwerk zijn algemene vragen opgenomen over ZS in een CE die op een bepaalde plaats in de risico-matrix en levenscyclus relevant zijn. Door deze vragen voor een ZS-houdende stroom te beantwoorden, kunnen er indicatoren worden geïnventariseerd en vervolgens geprioriteerd per stroom. Het inventariseren definiëren van indicatoren wordt in hoofdstuk 4 verder uitgewerkt, op basis van de methode beschreven in hoofdstuk 3.



Figuur 7 Basisraamwerk voor monitoring van ZS in de CE.

Hoewel de combinatie van de concepten voor risico en CE op elkaar leggen eenvoudig lijkt samen te komen in een kwalitatief monitoringsraamwerk, is de werkelijkheid complex. De complexiteit is er op verschillende vlakken en wordt onder andere veroorzaakt door de grote hoeveelheid aan zorgstoffen in omloop, onbekendheid over waar en hoeveel ZS aanwezig zijn, en onvoldoende kennis over de risico's van stoffen. Het raamwerk helpt om met deze complexiteit om te gaan en een volgende stap te zetten om de monitoring concreet, behapbaar en uitvoerbaar te maken. Het raamwerk is een hulpmiddel om "hotspots" in een productcyclus en potentiële risico's van ZS in kaart te brengen. Dit wordt in het volgende hoofdstuk verder uitgewerkt.

### 3 Methode uitwerken monitoringsraamwerk

In dit hoofdstuk wordt de methode besproken waarmee het basisraamwerk voor de monitoring verder is uitgewerkt. Het gaat hierbij om een methode om indicatoren voor prioritaire ZZS-houdende stromen te inventariseren, om bijbehorende informatiebronnen te identificeren en validatiecasussen uit te werken.

Een aantal iteraties lag ten grondslag aan de hieronder gepresenteerde werkwijze, welke zijn gemaakt in samenspraak met experts van binnen en buiten het RIVM en de externe begeleidingscommissie. Zo zijn er voorafgaand aan de eerste stap vijf verkennende interviews gehouden met experts op het gebied van stoffen en/of de CE. Het doel van de interviews was om een eerste indicatie te krijgen over de gewenste richting, mogelijkheden en prioriteiten voor de monitoring. Ook werd gevraagd welke mensen en partijen te betrekken in het onderzoek. Het bedrijfsleven is beperkt betrokken in de opzet van de monitoring, maar zal bij een volgende stap wel worden betrokken bij het nader uitwerken van de validatiecasussen. De werkwijze en het raamwerk voor de monitoring zijn gepresenteerd aan de klankbordgroep REACH<sup>3</sup>. Leden van de klankbordgroep hebben tevens op het concept-rapport kunnen reflecteren.

Het basisraamwerk is verder uitgewerkt aan de hand van de volgende stappen. De resultaten hiervan worden beschreven in hoofdstuk 4.

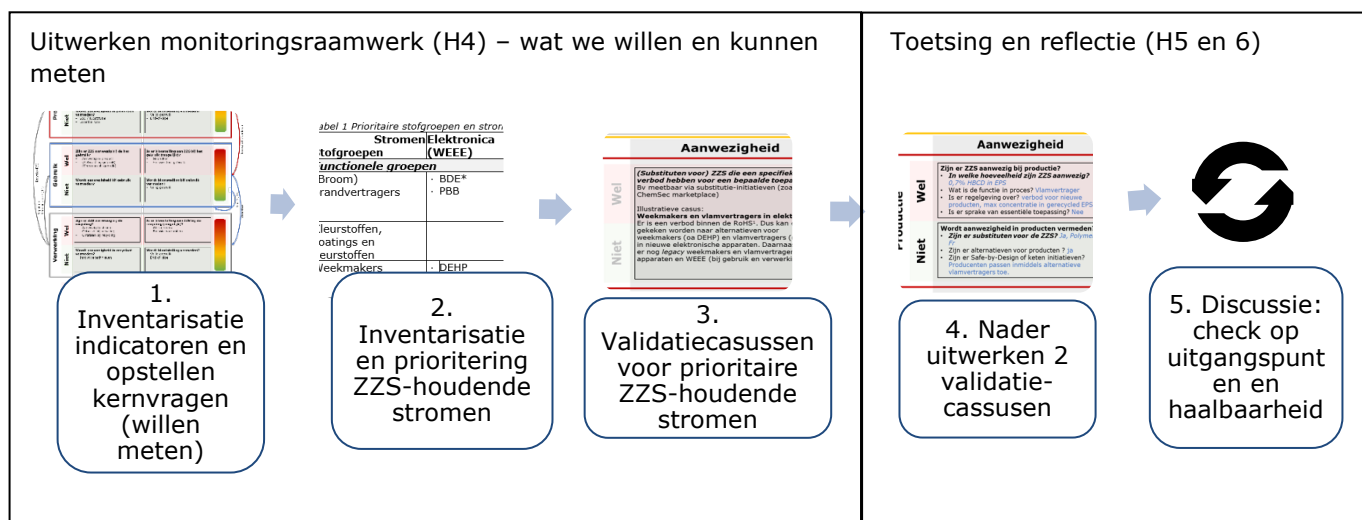
- Komen tot kernvragen door inventarisatie en clustering mogelijke indicatoren (wat we willen meten).
- Inventarisatie en prioritering van ZZS-houdende stromen (wat we willen meten).
- Identificeren van validatiecasussen voor monitoring van prioritaire ZZS-houdende stromen (wat we willen weten en kunnen meten).

Vervolgens is het uitgewerkte basisraamwerk getoetst aan de hand van de volgende stappen:

- Nader uitwerken van enkele validatiecasussen aan de hand van invullen van het basisraamwerk en beantwoorden van kernvragen (wat we willen weten en kunnen meten).
- Reflectie op algemene uitgangspunten en iteraties (discussie).

Figuur 8 hieronder geeft de gevolgde methode schematisch weer. Reflectie en iteratief werken zit verankerd in de methode zelf. Onder het figuur wordt de methode voor elk van deze stappen nader toegelicht.

<sup>3</sup> In de klankbordgroep REACH voor het ministerie van IenW zijn verschillende brancheorganisaties van industrieën waar REACH op van toepassing is vertegenwoordigd als ook andere overheden en NGOs.



Figuur 8 Schematische weergave van de gevolgde methode voor de uitwerking van het monitoringsraamwerk

### Stap 1: Komen tot kernvragen door inventarisatie en clustering indicatoren

Er zijn op drie manieren indicatoren geïnventariseerd: (1) literatuur, (2) interne expert consultatie en (3) externe expert consultatie. Het startpunt was de eerste inventarisatie van indicatoren uit het rapport 'Omgaan met ZZS in een Circulaire Economie' (Beekman et al. 2020). Deze lijst is verder aangevuld op basis van expertconsultatie in eerst een interne ronde met ongeveer 20 RIVM-experts en daarna in een consultatie met 25 externe experts (zie bijlage 1). Voor deze consultatie zijn experts vanuit overheden en kennisinstellingen betrokken met een mix van expertises op het gebied van stoffen en CE en van beleid, uitvoering en wetenschap, waaronder ook internationale experts van ECHA.

De opgehaalde indicatoren op de longlist zijn geclusterd aan de hand van de monitoringsfases 'middelen en activiteiten' en 'prestaties en effecten' en vervolgens op onderwerp gegroepeerd, zoals in het PBL-raamwerk (Potting et al. 2017a). Om inzicht te krijgen over of indicatoren gericht zijn op de aanwezigheid of blootstelling van ZZS in een CE, of juist op het vermijden daarvan, zijn de indicatoren ook ingedeeld in het basisraamwerk.

### Stap 2: Inventarisatie en prioritering van ZZS-houdende stromen

De keuze voor de prioritaire ZZS-houdende stromen is gemaakt op basis van expert judgement en een literatuurstudie. In de twee expertsessies met interne en externe deskundigen is gevraagd welke criteria zij stellen aan prioritaire ZZS-houdende stromen, waar zij aandachtspunten zien, zoals de grootste risico's, en bij welke stromen zij zouden beginnen met monitoren.

Tijdens de literatuurstudie is gezocht naar artikelen over chemische stoffen<sup>4</sup> die aanwezig zijn in materiaalstromen en aandacht nodig hebben in de transitie naar een CE. Dit heeft gezamenlijk geleid tot een overzicht van prioritaire ZZS-houdende stromen.

### **Stap 3: Identificeren van validatiecasussen voor monitoring van prioritaire ZZS-houdende stromen**

Het is (binnen dit project) niet mogelijk om voor alle prioritaire ZZS-houdende stromen het raamwerk uit te werken. Door casussen te kiezen (vanuit de prioritaire ZZS-houdende stromen) die een illustratie zijn van een specifiek vak in het raamwerk ontstaat een eerste aanzet voor een ingevuld monitoringsraamwerk. Door te werken met validatiecasussen ontstaat de mogelijkheid om de meest relevante plekken in beeld te krijgen, eerst voor de casus en daarna door een combinatie van casussen voor een algemener beeld.

### **Stap 4: Validatiecasussen nader bekeken**

In deze stap zijn het monitoringsraamwerk met kernvragen en het overzicht van beschikbare informatie verder uitgewerkt voor twee validatiecasussen (zie hoofdstuk 5). De casussen zijn geselecteerd op basis van dezelfde criteria als voor de prioritaire ZZS-houdende stromen. Bij de keuze voor de validatiecasussen is gekeken naar welke ZZS-houdende stromen in een CE relevant zijn (zie paragraaf 4.3). Om casussen te kiezen, zijn de geïdentificeerde prioritaire ZZS-houdende stromen op relevantie beoordeeld. Daarnaast is rekening gehouden met een spreiding over stoffen en stromen, blootstellingsroutes en de thema's transitie-agenda's voor de CE. Er wordt in deze stap nog niet begonnen met monitoring, maar de indicatoren die daarvoor zouden kunnen worden opgesteld worden nader bekeken.

### **Stap 5: Reflectie en iteraties**

Na het doorlopen van bovenstaande stappen, is het van belang om de uitkomsten te checken op de geformuleerde uitgangspunten en haalbaarheid. Dit geeft vorm aan het iteratieve proces van het ontwikkelen van de monitoring. In een discussieparagraaf wordt gereflecteerd op de ervaringen tot nu toe bij het doorlopen van bovenstaande stappen (zie hoofdstuk 6).

<sup>4</sup> Hierbij is breder gezocht dan ZZS, omdat ZZS uit Nederlands beleid voortkomt en daarmee niet in internationale literatuur verwacht wordt.



## 4 Uitwerking monitoringsraamwerk

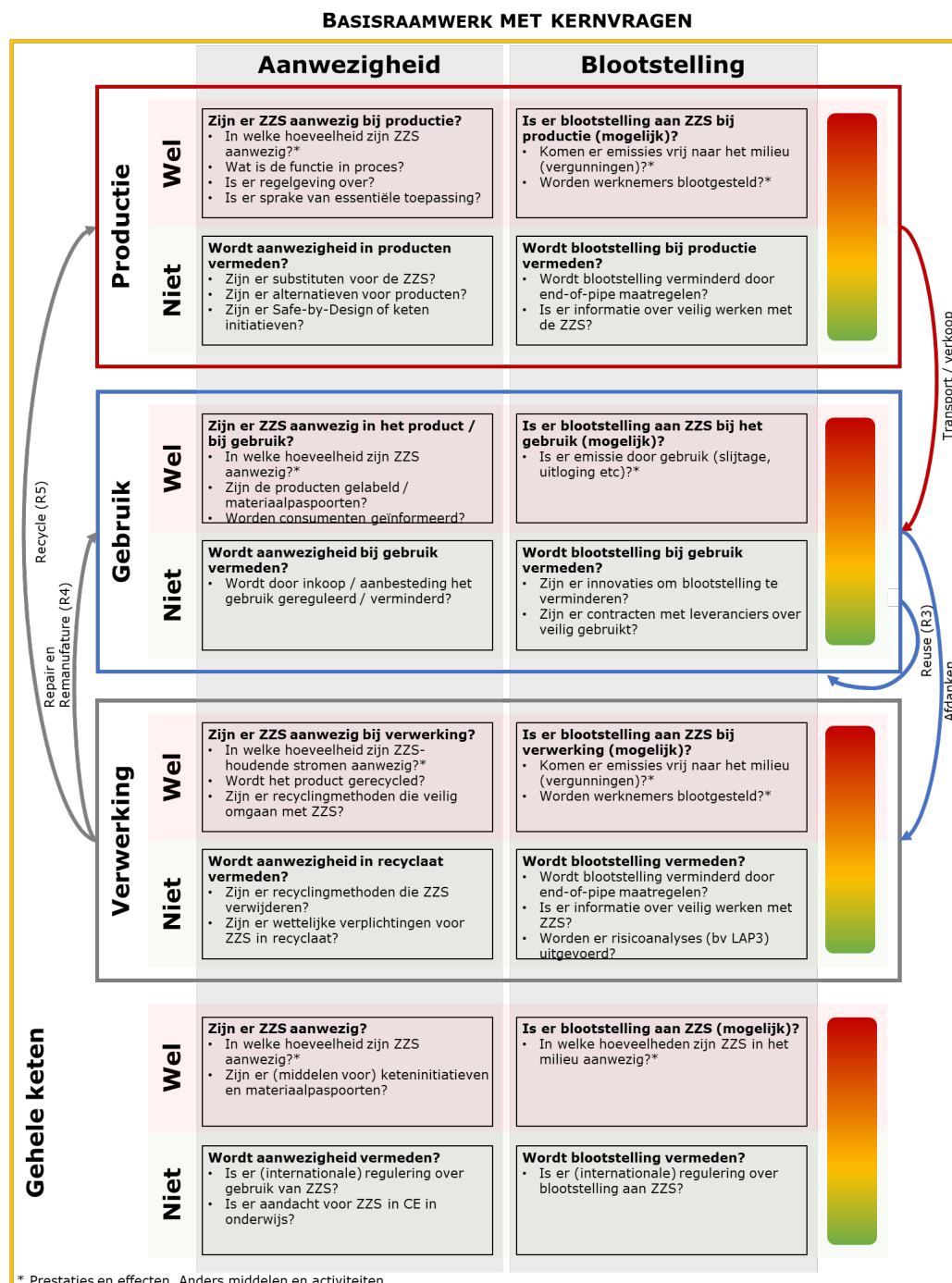
In dit hoofdstuk worden de resultaten van het doorlopen van stap één tot en met drie van het uitwerken van het monitoringsraamwerk beschreven. Deze stappen hebben als doel inzicht te geven in wat we willen en kunnen meten en een begin te maken met hoe monitoring op deze wijze eruit zou zien door validatiecasussen te identificeren.

### 4.1 Resultaat stap 1: Komen tot kernvragen door inventarisatie en clustering indicatoren

In dit hoofdstuk zijn de resultaten beschreven van de inventarisatie van indicatoren. Dit is gedaan door middel van de expertsessies. De indicatoren vormen de input voor de eerste opzet van het monitoringsraamwerk, die per prioritaire ZZS-houdende stroom verder kunnen worden uitgewerkt en ingevuld. De indicatoren zijn te divers en te breed om ze te prioriteren voor ZZS in de CE in het algemeen.

Allereerst is er een longlist aan potentiële indicatoren opgehaald, welke zijn onderverdeeld in inhoudelijke onderwerpen en in welke stap in de proces- en effectmonitoring deze indicator past. De resultaten hiervan zijn te vinden in Bijlage 2. De indicatoren zijn niet verder beoordeeld op relevantie of haalbaarheid of gedetailleerd uitgewerkt. Om van de brede inventarisatie van indicatoren te komen tot een monitoringsraamwerk, zijn de potentiële indicatoren als kernvragen in het basisraamwerk geplaatst (zie Figuur 9). De kernvragen zullen indien relevant per ZZS-houdende stroom in nader detail moeten worden uitgewerkt.

Het raamwerk kan dus voor een ZZS-houdende stroom worden ingevuld. Het kan beginnen met het stellen van vragen over aanwezigheid van ZZS in de productie. Zijn er ZZS aanwezig, dan is het relevant kwantitatief te achterhalen hoeveel ZZS aanwezig zijn. Ook kwalitatieve zaken zijn van belang zoals wat de functie van de ZZS is, of er al regelgeving voor bestaat en of de toepassing essentieel is. Daarna kunnen er vragen worden gesteld over mogelijke blootstelling aan deze ZZS bij de productie. Zijn er emissies naar het milieu of worden er werknemers blootgesteld? In het geval van een essentiële toepassing, zal er verder moeten worden gekeken of het risico veroorzaakt wordt door de aanwezigheid en de blootstelling acceptabel kan worden geacht. Is de toepassing niet essentieel, kan er ook worden gekeken hoe aanwezigheid in producten kan worden vermeden door substituten of alternatieven. Zoals deze beschrijving laat zien, wordt er per ZZS-houdende stroom niet gelijk een gedetailleerde set indicatoren beschreven en bepaald wat en waar in de keten moet worden gemonitord. Het raamwerk helpt om de juiste vragen te stellen om zo een overzicht te krijgen van wat er moet worden gemonitord. Dit kan in een volgende stap nader worden uitgewerkt.



Figuur 9 Het basisraamwerk met kernvragen.

In het basisraamwerk zijn zowel kernvragen op basis van prestatie-indicatoren opgenomen, zoals de hoeveelheid ZZS, als ook kernvragen voor activiteiten, zoals aandacht voor ZZS in CE in het onderwijs. Het basisraamwerk met kernvragen is echter nog te generiek om de transitie naar een veilige CE mee te kunnen monitoren. Het is op basis van huidige informatie niet mogelijk om over alle ZZS in alle stromen te zeggen welke aanwezig zijn en waar dit tot problemen of risico's leidt. Dit raamwerk is wel geschikt voor het volgen van specifieke ZZS-houdende stromen door de keten. Daarmee biedt het basisraamwerk de



mogelijkheid om voor zo'n stroom de meest relevante plekken in de keten in beeld te brengen. Het basisraamwerk is een hulpmiddel om deze 'hotspots' te vinden en daar vervolgens specifieke monitoringsindicatoren aan te verbinden. Dit verschilt dus per stof en stroom. In de volgende paragraaf wordt bekeken met welke stromen de monitoring het best zou kunnen beginnen.

## 4.2 Resultaat stap 2: Inventarisatie en prioritering van ZZS-houdende stromen

De monitoring zou moeten starten met ZZS-houdende stromen met de grootste risico's voor mens en milieu. Er is echter (nog) veel onbekend over de aanwezigheid en blootstelling van ZZS in verschillende toepassingen. De meest risicovolle stromen met bijbehorende indicatoren zijn daarom niet objectief te benoemen. We kijken daarom naar de meest "prioritaire" ZZS-houdende stromen om een start te maken met de monitoring. De prioriteit wordt bepaald aan de hand van vragen als: waar zit energie in de keten en waar werkt de industrie aan? Welke stromen vinden experts interessant? Waarover is al informatie beschikbaar? Wat sluit aan het op het bestaande beleid, zoals de transitieagenda's voor de CE?

De prioriteit is gebaseerd op basis van expert judgement en literatuurstudie. Hierbij is gekeken naar zowel specifieke ZZS, als naar de stofgroepen waartoe deze behoren. De stofgroepen geven een breder beeld, waardoor er indirect meer aandacht komt voor (*regrettable*) substitutie en alternatieven. Met stofgroepen is het beeld in eerste instantie wel minder verfijnd, maar bij het operationaliseren van het monitoringsraamwerk in volgende jaren kan dit verder worden uitgewerkt.

### 4.2.1 *Criteria voor prioritering ZZS-houdende stromen*

De ZZS-houdende stromen zijn geprioriteerd aan de hand van input van experts en de literatuur. Deze paragraaf geeft een overzicht van de criteria die zijn voorgesteld om ZZS-houdende stromen te prioriteren.

#### 4.2.1.1 Expert-input

Om het monitoringsraamwerk en indicatoren verder te operationaliseren, zijn er allereerst samen met experts criteria opgesteld om ZZS-houdende stromen waarop het raamwerk kan worden toegepast te prioriteren. Daarna is er ook gekeken voor welke ZZS-houdende stromen er informatie beschikbaar is. De experts hebben de volgende criteria en aandachtspunten voor prioritaire ZZS-houdende stromen genoemd:

- Recycling en hergebruik
  - Stromen met een hoog % recycling én onvoldoende controle op aanwezigheid van blootstelling en risico's (zoals de papier- en kartonstromen)
  - Grote afvalstromen waarin veel ZZS aanwezig zijn (zoals elektronica)
  - ZZS die uit materiaal verwijderd kunnen worden en waar dit niet mogelijk is (onderscheiden)
  - ZZS die hergebruik van producten kunnen belemmeren

- Blootstelling en risico
  - ZZS die voorkomen in producten die slijten
  - De ZZS die (nog) niet te vervangen zijn maar die een risico kunnen vormen voor de mens en/of milieu
  - Stromen die in een nieuwe toepassing mogelijk ZZS in de leefomgeving verspreiden
  - ZZS die na recycling of hergebruik risico kunnen geven (bij hergebruik voornamelijk *legacy*-stoffen)
- Gevaarseigenschappen
  - ZZS waar de norm (van 0,1%) voor risicobeoordeling in het LAP3 het risico wordt onderschat of onvoldoende bescherming biedt
  - ZZS die op basis van meerdere criteria (eindpunten) ZZS zijn, zoals bijvoorbeeld kankerverwekkend én persistent, bioaccumulerend en toxisch (PBT).
- Beleid
  - Stoffen die het meest recent zijn geproduceerd en relevant zijn voor Nederland
  - ZZS waarvoor reeds REACH restrictie en/of autorisatie loopt dan wel door RAC/SEAC aanbevolen is in opinies.
  - Producten met SVHC-houdende onderdelen die bij het ECHA genotificeerd worden (verplichting vanuit Kaderrichtlijn afvalstoffen).
  - De vervanger/substituties/alternatieven van ZZS.
  - Stoffen en stromen waarvoor er databanken en bestaande verplichtingen zijn om data aan te leveren.

#### 4.2.1.2 Literatuurstudie

Tijdens de literatuur studie is gekeken naar artikelen over chemische stoffen die relevant zijn in het kader van de transitie naar een CE. Hier is beperkte literatuur over beschikbaar, en informatie over prioritering of uitgewerkte casussen is nauwelijks aanwezig (Friege et al. 2019; Hofstra 2019; Ökopol et al. 2017; vaste commissie voor Infrastructuur en Waterstaat 2020). Er worden wel onderzoeken gedaan naar stoffen in producten, maar daarin wordt vaak niet de relatie gelegd met de transitie naar de CE.

Er is ook gekeken naar eerdere studies van het RIVM en het project RENEW uit het Strategisch Onderzoeksprogramma van het RIVM (SPR). Binnen dit project wordt op basis van de potentie voor verbetering van recycling van ZZS-houdende afvalstromen een prioritering van stromen gemaakt. Hiervoor is onder andere gebruik gemaakt van het SGS Intron-rapport over ZZS in afvalstromen (Hofstra 2019) en de LAP3-sectorplannen. Het RIVM rapport van RENEW wordt begin 2021 verwacht. Ook is er gekeken naar de stoffen die recent zijn toegevoegd aan Annex XIV van REACH, de zogeheten '*Authorisation List*'. Dit zijn stoffen waarvan het in de handel brengen en het gebruik verboden is, tenzij er een autorisatie is verleend of er een vrijstelling geldt. Ook is er gekeken naar de stoffen met een *sunset-date* van 2020 of later omdat men hier nog het actiefst mee bezig is.

Door Wassenaar et al. (2017) is er eerder onderzoek gedaan naar welke schadelijke stofgroepen er mogelijk in verschillende afvalstromen zitten verdeeld over de vijf transitieagenda's uit het Nederlandse CE-beleid:

- Biomassa en voedsel - afvalwater en afvalstromen met organisch materiaal: o.a. zware metalen, brandvertragers, PAKs, pesticiden, hormoonverstorende stoffen, minerale olie en industriële chemicaliën.
- Kunststoffen - plastics en rubber(banden): o.a. zware metalen, brandvertragers, PAKs, weekmakers, oplosmiddelen, kleurstoffen, fenolen en PCBs.
- Maakindustrie - kathodestraalbuis (beeldbuis): o.a. zware metalen.
- Bouw – bouwafval: o.a. zware metalen, brandvertragers, PAKs en antimicrobiële middelen.
- Consumptiegoederen - papier en karton, textiel en luiers: o.a. ftalaten, minerale olie, fenolen, brandvertragers, weekmakers, kleurstoffen, biociden en antioxidanten.

Naast wetenschappelijke literatuur is er ook gezocht naar beleid, monitoring strategieën of prioriteringen van andere (EU) landen. Deze informatie is niet gevonden. Dit komt overeen met het beeld dat we hebben op basis van gesprekken en (internationale) bijeenkomsten over deze onderwerpen, o.a. de SCIP-database. Wel zijn er vanuit de *Safe Chemicals Innovation Agenda* zeven onderzoeksthema's benoemd die als prioritair beschouwd kunnen worden (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat 2018):

- *Water, grease and dirt repellents*: PFAS – in veel producten (industrie en consument).
- *Fire safety*: o.a. gehalogeneerde brandvertragers – in veel producten (industrie en consument).
- *Preservation*: o.a. sulfieten, biociden, formaldehyde – vooral in voedselverpakkingen en consumentenproducten.
- *Plasticizing*: ortho-ftalaten - vooral in flexible PVC.
- *Solvents*: VOS – vooral in verf en coating.
- *Surfactants*: o.a. quaternary ammonium-, silicone-, organotin- en fluoro-surfactants – in veel producten (industrie en consument).
- *Process regulators (curing agents)*: o.a. aromatische amines, dihydraziden, isocyanaten – vooral in epoxyhars en PUR.

#### 4.2.2 Informatiebeschikbaarheid

Ook de informatiebeschikbaarheid van stoffen en stromen speelt mee bij het prioriteren van ZZS-houdende stromen. In het algemeen kan gesteld worden dat er bij ECHA vanuit REACH data beschikbaar is over de stoffeigenschappen en het geïdentificeerd en afgeraden gebruik van de meeste ZZS (niet enkel SVHCs). De hoeveelheid beschikbare gegevens in de chemische veiligheidsrapporten, registratie-, restrictie- en autorisatiedossiers kan sterk verschillen. Ook kan de SCIP-database van ECHA op termijn inzicht gaan geven over de aanwezigheid van SVHCs in voorwerpen en daarmee uiteindelijk in de verwijderingsfase. Deze gegevens kunnen te zijner tijd gebruikt worden om inzicht te krijgen in specifieke stofgroepen en de ontwikkeling van SVHCs binnen productgroepen.

Hoewel alle stakeholders onderstrepen dat het belangrijk is meer kennis te verkrijgen over de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen in producten, zijn zowel beleidsmakers, bedrijven als experts kritisch op de uitvoerbaarheid en effectiviteit van verplichte meldingen van SHVC-houdende productonderdelen die de SCIP-database vereist (Kummer 2020). Nederland zal op Europees niveau bepleiten om verder te onderzoeken hoe productpaspoorten een alternatief kunnen zijn. Ook zal het haar zorg uitspreken over de uitvoerbaarheid en effectiviteit van de database, gezien de administratieve last die het op detail-niveau verzamelen en ontsluiten van informatie met zich meebrengt. Tot die tijd valt de SCIP-database echter onder bestaande wetgeving en moet het door het bedrijfsleven worden gevolgd. Tevens zal de verplichting belangrijke informatie opleveren voor een evaluatie waarmee het systeem kan worden verbeterd (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat 2020).

Volgens experts en literatuur is er momenteel informatie beschikbaar over de volgende stromen en stofgroepen:

Stromen:

- Electronica / WEEE (Friege et al. 2019):
- I4R (Information for Recyclers Platform 2020)
- Global monitor (The Global E-waste Statistics Partnership 2020)
- Batterijen en accu's
- Automotive (Friege et al. 2019):
- IMDS (International Material Data System)
- IDIS (International Dismantling Information System 2016)
- Consumenten producten:
- Rapex (European Union 2016)
- EPS isolatie
- Papier en karton (Pivnenko 2016)
- Kunststof en rubber
- Textiel

ZZS:

- Brandvertragers
- SVHCs

Hierbij wordt opgemerkt dat er momenteel trajecten lopen die aankomende jaren meer inzicht gaan geven in ZZS in afval en in emissies van bedrijven in Nederland. Op basis daarvan kan in de toekomst gekeken worden naar relevante stoffen en stromen. Dat kan ook inzicht gaan geven in mogelijke risico's.

#### 4.2.3 *Overzicht prioritaire ZZS-houdende stromen*

De prioritering van ZZS-houdende stromen is gedaan op basis van de input van de experts en de literatuurstudie zoals hierboven beschreven. De meest prioritaire ZZS-houdende stromen zijn in Tabel 1 weergegeven. Deze tabel laat zien dat ondanks een brede inventarisatie, er veelal dezelfde ZZS en stromen terugkomen. Dit zijn vaak stoffen die wegens bekende risico's al verboden zijn of gemonitord worden, of waar in de literatuur onderzoek naar is gedaan. Er is sprake van een 'streetlight-effect'; we meten de stoffen die we kennen en deze zijn niet

bij voorbaat de belangrijkste. Het wordt wel duidelijk dat groepen van ZZS in vele verschillende materialen en stromen terugkomen.

De prioritaire ZZS-houdende stromen in Tabel 1 zijn dus niet per definitie de meest risicovolle stoffen of stromen. Om tot een definitieve prioritering op basis van risico te komen is meer onderzoek en informatie over risico's van ZZS nodig. Wel kan het basisraamwerk inzicht geven in de vraag of risico's verwacht kunnen worden op basis van de aanwezigheid van ZZS in stromen, of deze stromen hergebruikt of gerecycled (lijken te) gaan worden in een CE en of de ZZS hierna een andere toepassing heeft. In het volgende hoofdstuk wordt hier voor een aantal ZZS-houdende stromen verder op ingegaan.

Tabel 1 Overzicht van prioritair ZZS-houdende stromen ten behoeve van monitoring van ZZS in een CE.  
 \*algemeen verbod, bijvoorbeeld autorisatie REACH of opgenomen in specifieke toepassingen.

Stromen Stofgroepen	Elektronica (WEEE)	Kunststoffen: PET, PVC en rubber	Papier en karton	Textiel	Gemengd bouw- en sloopafval	Overig / algemeen
<b>(Broom) brandvertragers</b>	· PBDEs <sup>1</sup> (brandvertrager) · PBB <sup>2</sup> · "Dechlorane Plus" <sup>3</sup>	· PBDEs <sup>1</sup> · PBB <sup>2</sup> · HBCDD <sup>4</sup> (EPS) · Trixylyl fosfaat <sup>5</sup>		· PBDEs <sup>1</sup> · PBB <sup>2</sup> · "Tris" <sup>6</sup>	· asbest <sup>7</sup> · "Dechlorane Plus" <sup>3</sup>	· (afvalwater)
<b>Kleurstoffen, coatings en geurstoffen</b>	· PFAS <sup>8</sup> (coating)	· Chroom(VI) <sup>9</sup>	· C.I. Basic Violet 3 <sup>10</sup> · Nonylfenolen <sup>11</sup> · MOSH/MOAH <sup>12</sup> · PFAS <sup>8</sup> (coating) · BPA <sup>13</sup>	· Chroom(VI) <sup>9</sup> · Kobalt <sup>14</sup> · nikkel <sup>15</sup> · azokleurstoffen <sup>16</sup> · PFAS <sup>8</sup> (coating)	· Arseen <sup>17</sup> (hout) · Lood <sup>18</sup> (verf) · Chroom(VI) <sup>9</sup>	· "Karanal" <sup>19</sup>
<b>Weekmakers</b>	· DEHP <sup>20</sup>	· (ortho) ftalaten <sup>21</sup> , o.a. DHCP (PVC), DMEP, DPP of DIHP	· Ftalaten <sup>21</sup> (lijmen, karton)			
<b>Surfactanten</b>						· Organotin <sup>22</sup> · PFAS <sup>8</sup>
<b>Stabilisatoren</b>		· Lood <sup>18</sup> (PVC) · Cadmium <sup>23</sup> (PVC) · PCB <sup>24</sup> · nonylfenolen · UV-320/327/ 350/328 <sup>25</sup>			· Organotin <sup>22</sup> (PU)	
<b>Oplos- en schoonmaak- middelen</b>			· Nonylfenolen <sup>11</sup>	· Nonylfenolen <sup>11</sup>		· VOS <sup>26</sup> (in verf en coating) · Natriumperboraat <sup>27</sup> · 1-broompropan <sup>28</sup> · NMP <sup>29</sup>
<b>Overig</b>	· Lood <sup>18</sup> (batterijen / accu's) · Kobalt <sup>14</sup> (idem) · Cadmium <sup>23</sup> (idem) · Zware metalen (kathodestraalbuis)	· BPA <sup>13</sup> · PAKs <sup>30</sup> (rubber, oa banden)	· PAKs <sup>30</sup> (inkt)		· PAKs <sup>30</sup> (dakbedekking)	· (voedselverpakking) · (afvalwater)

- <sup>1</sup> Gebromeerde difenylethers: POP
  - DecaBDE (CAS 1163-19-5): SVHC (PBT, vPvB) en REACH restrictie
- <sup>2</sup> Polybroombifenylen (CAS 59536-65-1): REACH restrictie (in textiel)
  - Hexabromobifenyl (CAS 36355-01-8): POP
- <sup>3</sup> "Dechlorane Plus"<sup>TM</sup>: SVHC (vPvB) (POP onder review)
- <sup>4</sup> Hexabroomcyclododecane (CAS 3194-55-6): SVHC (PBT) en POP
- <sup>5</sup> Trixylyl fosfaat (CAS 25155-23-1): SVHC (Reprotoxisch)
- <sup>6</sup> Tris(2,3-dibroompropyl)fosfaat (CAS 126-72-7): REACH restrictie (in textiel)
- <sup>7</sup> Asbestvezels: REACH restrictie
- <sup>8</sup> Per- en polyfluoroalkyl stoffen: REACH restrictie in ontwikkeling
  - Voor specifieke stoffen al verboden onder REACH en/of EU-POP Verordening
- <sup>9</sup> Chroom(VI)-verbindingen (algeheel): REACH restrictie
  - Verschillende chroom(VI)verbindingen: SVHC
- <sup>10</sup> C.I. Basic Violet 3 (CAS 548-62-9): SVHC (carcinogeen)
- <sup>11</sup> Nonylfenolen:
  - Verschillende nonylfenolen: REACH restrictie
  - 4-nonylfenol: SVHC (hormoonverstorend) en REACH restrictie
- <sup>12</sup> *MOSH* (Mineral Oil Saturated Hydrocarbons) en *MOAH* (Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons) kunnen kankerverwekkende (ZZS) componenten bevatten
- <sup>13</sup> Bisfenol A (CAS 80-05-7): SVHC (Reprotoxisch, hormoonverstorend)
- <sup>14</sup> Kobalt
  - voor specifieke verbindingen verboden onder REACH
- <sup>15</sup> Nikkel en nikkelverbindingen: REACH restrictie
- <sup>16</sup> Azokleurstoffen: REACH restrictie (in textiel)
- <sup>17</sup> Arseenverbindingen: REACH restrictie
- <sup>18</sup> Lood en loodverbindingen: REACH restrictie
- <sup>19</sup> Karanal (CAS 117933-89-8): SVHC (vPvB)
- <sup>20</sup> bis(2-ethylhexyl)ftalaat (CAS 117-81-7): SVHC (reprotoxisch, hormoonverstorend) en REACH restrictie
- <sup>21</sup> Ftalaten,
  - Diisobutyl ftalaat (DIBP), Dibutyl ftalaat (DBP), Benzyl butyl ftalaat (BBP) en Bis(2-ethylhexyl) ftalaat (DEHP): REACH restrictie
- <sup>22</sup> Organische tinverbindingen: REACH restrictie
- <sup>23</sup> Cadmium en cadmiumverbindingen: REACH restrictie Annex XVII
- <sup>24</sup> Polychloorbifenylen (CAS 1336-36-3): POP
- <sup>25</sup> UV-320/327/350/328 (CAS 3846-71-7 / 3864-99-1 / 36437-37-3 / 25973-55-1): SVHC (vPvB en/of PBT)
- <sup>26</sup> Vluchtige Organische Stoffen, bepaalde VOS zijn ZZS
- <sup>27</sup> Natriumperboraat (CAS 15120-21-5): SVHC (Reprotoxisch) en REACH restrictie
- <sup>28</sup> 1-broompropan (CAS 106-94-5): SVHC (Reprotoxisch)
- <sup>29</sup> N-Methyl-2-pyrrolidon (CAS 872-50-4): SVHC (Reprotoxisch)
- <sup>30</sup> Polycyclische aromatische koolwaterstoffen: POP
  - Voor specifieke stoffen verboden onder REACH

### **4.3 Resultaat stap 3: Identificeren van validatiecasussen voor monitoring van prioritaire ZZS-houdende stromen**

In het voorgaande paragrafen zijn kernvragen (paragraaf 4.1) en prioritaire ZZS-houdende stromen benoemd (paragraaf 4.2). Door de kernvragen voor verschillende ZZS-houdende prioritaire stromen in het basisraamwerk te beantwoorden, ontstaat een eerste aanzet voor een monitoringsraamwerk op basis van validatiecasussen. De casussen zijn een illustratie van een specifiek vak en zijn in Figuur 10 te zien. Voor elk vak van het raamwerk is aangegeven wat voor type ZZS-houdende stromen daar in het bijzonder relevant zijn. Ook is er een bijhorende geïdentificeerd op basis van de lijst van prioritaire ZZS-houdende stromen en expert judgement over waar in de keten de nadruk ligt. In resulterende het figuur is ook aangegeven of er al mogelijke informatiebronnen in beeld zijn om het type stoffen meetbaar te maken. Zo is bijvoorbeeld de casus over chemische stoffen in textiel relevant voor het vak "blootstelling bij gebruik", omdat er mogelijke risico's zijn door toepassing van ZZS tijdens het dragen van kleding (voor de consument) en het wassen van kleding (blootstelling naar milieu). Uiteraard zal bij het uitwerken van deze validatiecasus ook moeten worden gekeken naar ZZS in de productiefase en de verwerking, maar de casus kan illustratief zijn voor het nader uitwerken van het vak van kleding voor "blootstelling bij gebruik".



## VALIDATIECASUSSEN

		Aanwezigheid	Blootstelling	
<b>Productie</b>	Wel	<p><b>Ontwerp / productie met aandacht voor (substituten voor) ZZS in de hele keten.</b> Bv meetbaar via substitutie-initiatieven (zoals ChemSec marketplace)</p> <p>Illustratieve casus: <b>Weekmakers en vlamvertragers in elektronica</b> Er is een verbod binnen de RoHS (European parliament and council, 2011). Dus kan er gekeken worden naar hoe producten nu worden ontworpen met alternatieven voor weekmakers (oa DEHP) en vlamvertragers (oa BDE) in nieuwe elektronische apparaten (<i>Safe&amp;Circular-by-Design</i>). Daarnaast zijn er nog <i>legacy</i> weekmakers en vlamvertragers in apparaten en WEEE (bij gebruik en verwerking).</p>	<p><b>ZZS die vrijkomen bij productie van circulaire producten</b> Bv meetbaar via emissiegegevens of arbo</p> <p>Illustratieve casus: <b>Hulpstoffen in (biobased) PVC en plastics</b> Zowel bij de productie van PVC en plastics van fossiele als van biobased-grondstoffen gebruikt, worden hulpstoffen gebruikt zoals weekmakers of oplosmiddelen, waaronder ZZS. Er wordt gezocht naar biobased alternatieven voor chemicaliën (oa tby verhogten biobased-content). Oa vanuit de SCIA wordt onderzoek naar alternatieven en de mogelijke ZZS-eigenschappen voor NMP en DMF gedaan (van Es, 2017).</p>	
	Niet			
<b>Gebruik</b>	Wel	<p><b>ZZS met niet-essentiële toepassing in producten.</b> Bv meetbaar via MVI-gegevens of materiaalpaspoorten / SCIP.</p> <p>Illustratieve casus: <b>Voedselverpakkingen met MOSH &amp; MOAH</b> Door onder andere recycling van papier en karton kunnen minerale oliën als MOSH &amp; MOAH in voedselverpakkingen terecht komen en daar migreren naar het voedsel (Buijtenhuijs &amp; van de Ven, 2019). Om aan de richtlijnen te voldoen worden verpakkingen voorzien van een plastic laagje, waardoor de verpakking niet meer (goed) recyclebaar is.</p>	<p><b>ZZS die vanuit (gerecycled) materiaal aanwezig zijn in producten en blootstelling kunnen geven</b></p> <p>Illustratieve casus: <b>Chemische stoffen in textiel</b> Bij het gebruik van textiel kunnen stoffen in contact komen met de huid en in het milieu terecht komen door het wassen. Schadelijke stoffen die in textiel worden toegepast zijn zware metalen, azo-kleurstoffen en PFAS.</p>	
	Niet			
<b>Verwerking</b>	Wel	<p><b>ZZS die al verboden zijn, maar nog in materialen verwacht worden (legacy). Zowel te verwijderen ZZS, als niet te verwijderen ZZS.</b> Bv meetbaar via risicoanalyses LAP3.</p> <p>Illustratieve casus: <b>Vlamvertrager in EPS</b> In EPS zijn in het verleden vlamvertragers als HBCD toegepast. Dit is nu verboden, maar er is nog veel EPS met HBCD in omloop. Voor recycling van het EPS moet het HBCD verwijderd worden. Hiervoor is een innovatieve recyclingfaciliteit gebouwd.</p>	<p><b>ZZS die verwijderd worden voor of bij recycling en daarbij blootstelling kunnen geven.</b> Bv meetbaar via emissiegegevens of arbo</p> <p>Illustratieve casus: <b>Chroom VI in verf en coating</b> Chroom VI is in het verleden gebruikt in verf en coatings. Bij sloop- of verwerking van met Chroom VI behandelde materialen kan blootstelling plaatsvinden.</p>	
	Niet			
<b>Gehele keten</b>	Wel	<p><b>ZZS waarvoor er keteninitiatieven of regulering ontwikkeld wordt ter preventie van (niet essentiële) gebruik van ZZS.</b> Bv meetbaar via uitvoeringsprogramma CE</p> <p>Illustratieve casus: <b>PFAS in textiel</b> Stoffen uit de PFAS-groep worden toegepast in een breed spectrum (consumenten) producten en worden in het milieu aangetoond. Een aantal PFAS zijn ZZS. Maar er zijn zorgen voor de hele groep PFAS en er wordt gewerkt aan een Europese restrictie. Daarnaast zijn er keteninitiatieven gestart om (niet-essentieel) gebruik van PFAS te stoppen, zoals het gebruik in textiel.</p>	<p><b>ZZS die vanuit de gehele keten in het milieu terecht (kunnen) komen, zoals stoffen die slijten.</b> Bv meetbaar via biomonitoring of afvalwater/slib</p> <p>Illustratieve casus: <b>Zware metalen, dioxinen en minerale olie in biomassa-stromen</b> Vanuit verschillende bronnen kunnen (anorganische) stoffen in het milieu en biomassa terecht komen. Dit heeft invloed op de bruikbaarheid van de biomassa (Wassenaar et al., 2017).</p>	
	Niet			

Figuur 10 Validatiecasussen voor ZZS-houdende stromen.

Aangezien het ketenperspectief een uitgangspunt is, zijn ook andere vakken van het raamwerk voor de validatiecasussen relevant. Zonder aanwezigheid van ZZS is er immers geen blootstelling, en als ZZS in een product komen, zullen deze waarschijnlijk ook tijdens gebruik of

verwerking aanwezig zijn. De validatiecasussen zijn gekozen om voorafgaand aan verdere uitwerking van deze casussen tot monitoringsindicatoren al een beeld te krijgen over de spreiding van de casussen over de vakken. Door een goede spreiding over het raamwerken kan de combinatie aan validatiecasussen een beeld geven over (de transitie naar) een veilige CE.

De voorgestelde validatiecasussen moeten niet alleen illustratief zijn voor het eigen vak binnen het raamwerk, maar het geheel aan validatiecasussen moet ook voldoende algemeen beeld geven over de stand van ZZS in een CE. Daarom reflecteren we op deze casussen aan de hand van de eerder gestelde doelen en criteria in stap 2

In het rapport van Beekman et al. (2020) zijn drie uitdagingen van omgaan met ZZS in een CE benoemd en is een toekomstbeeld geschetst over een veilige CE. In dit toekomstbeeld worden grondstoffen zo veel mogelijk en veilig gecirculeerd en zijn ZZS alleen geaccepteerd in essentiële toepassingen wanneer dit minimale risico's oplevert (Beekman et al. 2020). Uitdagingen om daar te komen hebben te maken met de beschikbaarheid van informatie in de keten, ketenverantwoordelijkheid voor omgang met producten met ZZS die niet uitgefaseerd kunnen worden. De validatie-casus over schadelijke stoffen in textiel kan inzicht geven in communicatie naar consumenten en later verwerkers, en daarmee in informatiebeschikbaarheid in de gehele keten. Voor ketenverantwoordelijkheid is de validatie-casus van PFAS in textiel illustratief. Hierbij wordt opgemerkt dat er veel aandacht is voor PFAS in politiek en de samenleving. De casus PFAS is daarmee niet persé representatief voor andere stofgroepen.

In de expert sessies is aangegeven met welke soorten stoffen de monitoring het best zou kunnen beginnen. Deze zijn in paragraaf 4.2.1 gecategoriseerd in 4 onderwerpen:

- *Recycling: stromen met veel recycling, grote afvalstromen en onderscheid in ZZS die wel en niet verwijderd worden bij verwerking.*  
De aandachtspunten rondom recycling worden belicht in de validatiecasussen rondom voedselverpakkingen (recycling van de grote stroom met veel recycling van papier en karton) en vlamvertrager in EPS (verwijderen van ZZS).
- *Blootstelling en risico: ZZS die in het milieu terecht komen (in eerste of latere cycli), legacy-stoffen die risico geven bij hergebruik of recycling en ZZS die niet te vervangen zijn.*  
Blootstelling en risico komen naar voren in de validatiecasussen over Chroom VI (*legacy*-stof met risico bij verwerking) en schadelijk stoffen die in biomassa terecht komen (vanuit de gehele keten emissie naar milieu).
- *Gevaar eigenschappen: ZZS die meerdere zeer zorgwekkende eigenschappen hebben of waarbij de norm in het LAP3 onvoldoende bescherming biedt.*  
Er is niet specifiek gekeken naar de gevaar eigenschappen van ZZS en normen. Het is niet bekend in hoeverre de validatiecasussen deze aspecten belichten.

- *Beleid: stoffen die relevant zijn voor Nederland of waarvoor een REACH restrictie en/of autorisatie loopt en de alternatieven hiervoor. En stoffen waar vanuit bestaand beleid data over beschikbaar is, zoals SVHCs in voorwerpen.*

Stoffen waarbij beleid een belangrijke rol speelt, komen terug in de validatiecasussen over stoffen in WEEE (verbod; veilig ontwerp) en over hulpstoffen en alternatieven in (biobased) PVC en plastics (alternatieven).

Daarbij is er met de gekozen validatiecasussen differentiatie tussen stromen in de biosfeer en technosfeer, en tussen bekendere en onbekendere ZZS-houdende stromen. Al met al kan gesteld worden dat de validatiecasussen belangrijke aspecten over ZZS in een CE belichten. Dit geeft een indicatie dat met deze validatiecasussen globaal een beeld gegeven kan worden over de transitie naar een veilige CE. Hoe de validatiecasussen samen met het basisraamwerk kunnen worden gebruikt om tot indicatoren te komen, wordt voor een tweetal validatiecasussen verkend in het volgende hoofdstuk. Door deze indicatoren daadwerkelijk te gaan monitoren, indien de benodigde informatie aanwezig is, kunnen in een later stadium hotspots worden geïdentificeerd voor deze stroom in een CE.



## 5 Validatiecasussen nader bekeken

Om het monitoringsraamwerk te toetsen zijn twee validatiecasussen geselecteerd en verder uitgewerkt. Het doel van deze uitwerking is om:

1. Het monitoringsraamwerk te toetsen
2. Geschikte indicatoren te identificeren voor de casus door na te gaan welke kernvragen uit het basisraamwerk het meest relevant zijn. Aan de hand van de geselecteerde vragen worden indicatoren voorgesteld.
3. Na te gaan of er voldoende beschikbare gegevens zijn om invulling te geven aan de gekozen indicatoren.
4. Conclusies en volgende stappen te formuleren.

Er is gekozen voor de zorgstof HBCDD (hexabroomcyclododecaan) in de materiaalstroom EPS (in de volksmond: piepschuim), toegepast in de bouw, en minerale olie in voedselverpakkingen. De reden voor de keuze voor de eerste casus (HBCDD in EPS) is dat hierover al veel gegevens beschikbaar zijn en het daarom een goed voorbeeld is om het monitoringsraamwerk te toetsen. Ook zit er energie in de markt en wordt er gewerkt aan recycling van HBCDD. De focus bij deze casus ligt op kernvragen horend bij de verwerkingsfase (recycling) en dan met name de aanwezigheid van ZZS. De andere casus, namelijk minerale olie in voedselverpakking, is gekozen omdat de nadruk ligt op een ander onderdeel van het monitoringsraamwerk, namelijk de gebruiksfase en de potentiële blootstelling van consumenten in een CE. Ook deze casus werkt aangemerkt door experts als interessant.

### 5.1 Isolatie EPS (piepschuim)

Isolatie EPS, toegepast in de gebouwde omgeving, kan HBCDD bevatten. Dit is een broomhoudende brandvertrager. Op basis van PBT-eigenschappen in het milieu, is deze stof geclassificeerd als SVHC in het kader van REACH. Daarnaast voldoet HBCDD aan de POP-criteria van het Verdrag van Stockholm en de Europese POP Verordening. Sinds augustus 2015 is de productie en gebruik van HBCDD verboden volgens REACH wetgeving. Een aantal EPS producenten hebben uitstel gekregen op dit verbod na het aanvragen van autorisatie. Sinds 22 maart 2016 is de POP verordening van kracht en mogen EPS-producten met een HBCDD-gehalte van meer dan 100 ppm (100 mg/kg) niet meer worden geproduceerd, op de markt gebracht of verhandeld. EPS producten die in Nederland nieuw op de markt zijn gebracht, zijn naar verwachting vrij van HBCDD sinds augustus 2016, drie maanden na het stopzetten van de productie van HBCDD in april 2016 (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat 2016). HBCDD houdend isolatiepiepschuim is echter in grote hoeveelheden in huizen en gebouwen aanwezig en zal bij renovatie- en sloopwerkzaamheden in de komende tientallen jaren geleidelijk, maar in grote hoeveelheden, vrijkomen.

Allereerst zijn de kernvragen uit het basisraamwerk bekeken voor deze casus. Het totale schema hiervan is opgenomen in Bijlage 3 Uitwerking kernvragen validatiecasus piepschuim. Hieruit blijkt dat de volgende onderdelen en bijhorende vragen relevant zijn voor deze casus:

1. Productie (aanwezigheid):
  - 1.1. Zijn er substituten voor de ZZS?
2. Gebruik (aanwezigheid)
  - 2.1. In welke hoeveelheid zijn ZZS aanwezig?
3. Verwerking (aanwezigheid):
  - 3.1.1.1. In welke hoeveelheid zijn ZZS-houdende materiaalstromen (afvalstromen) aanwezig?
  - 3.2. Wordt het product gerecycled?
  - 3.3. Zijn er recyclingmethoden die ZZS verwijderen?

Om bovenstaande vragen te kunnen beantwoorden is een korte literatuurstudie uitgevoerd.

## **1. Productie**

### *1.1 Zijn er substituten voor de ZZS?*

Sinds 1 januari 2015, zijn producenten in Oostenrijk, Duitsland en Zwitserland overgestapt naar pFR (*polymeric flame retardant*) (Demacsek et al. 2019). Polymeer-FR is een nieuwe gebromeerde polymeer en heeft geen bio-accumulerende eigenschappen.

*Kwalitatieve indicator:*

*Ja (substituten beschikbaar)*

## **2. Gebruik**

### *2.1 In welke hoeveelheid zijn ZZS aanwezig?*

Isolatie EPS (geproduceerd tussen 1975 en 2015) bevat HBCDD-gehalten van 0,7% (Janssen et al. 2015).

*Kwantitatieve indicator:*

*Hoeveelheid ZZS (gewichts %) in het materiaal.*

## **3. Verwerking**

De gemiddelde technische levensduur van EPS-bouwproducten ligt rond de 75 jaar. EPS komt meestal pas vrij bij de sloop en renovatie van gebouwen, woningen, wegen en andere toepassingen. Omdat zowel isolatie als ophoging en fundering met EPS pas 35 jaar wordt toegepast, zijn de vrijkomende hoeveelheden op dit moment nog relatief gering. De verwachting is dat de vrijkomende hoeveelheid de komende decennia zal gaan stijgen. Van de 3,2 miljoen woningen in Nederland die gebouwd zijn vóór 1971, hebben minimaal 1,2 miljoen (40%) woningen dakisolatie en minimaal 736.000 woningen gevelisolatie. Zodra deze huizen gesloopt worden of het dak of de gevel gerenoveerd wordt, komt het materiaal, waaronder EPS-isolatiemateriaal, vrij (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat 2016).

### *3.1 In welke hoeveelheid zijn ZZS-houdende materiaalstromen (afvalstromen) aanwezig?*

In 2008 heeft SGS INTRON in opdracht van SenterNovem (nu RvO) een quickscan uitgevoerd om EPS toegepast in de bouw in kaart te brengen (van den Camp 2008). Er is toen een schatting gemaakt van 4660 ton als totale hoeveelheid EPS afval dat jaarlijks afkomstig is uit de bouw. Dit is een combinatie van schoon, licht vervuild en zwaar vervuild EPS. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat scheiden op de bouwplaats

van EPS toen (en nu) nog niet grootschalig plaatsvindt. Het bouwbesluit kent ook geen wettelijke verplichting tot het scheiden van EPS op de bouwplaats. Schattingen van Stybenex (branchevereniging van piepschuim producten) gingen uit van een hoeveelheid van 150-500 ton per jaar en er werd geen verklaring gevonden voor de discrepantie tussen de cijfers (van den Camp 2008).

In 2016 is onderzoek gedaan in opdracht van het ministerie van IenW met als doel de hoeveelheid van HBCDD-houdend afval te inventariseren (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat 2016). Hieruit bleek opnieuw dat er weinig data beschikbaar is over de hoeveelheid (HBCDD-houdend) bouw- en sloopafval. Omdat de gescheiden inzameling van EPS in bouw- en sloopafval nog in de kinderschoenen staat, zijn de hoeveelheden ook relatief klein. Naast een inventarisatie van wat er aan EPS afval ingezameld wordt, is er een inschatting gemaakt van de hoeveelheid aan EPS dat aanwezig is in gebouwen in Nederland en wat in potentie vrij kan komen. Dit is gedaan op basis van historische data (hoeveelheid EPS toegepast in de bouw in Nederland en een gemiddelde levensduur voor gebouwen van 75 jaar). Volgens deze schatting zal ongeveer 1.500 ton aan EPS/XPS<sup>5</sup> afval geproduceerd worden in 2025 en ongeveer 5.500 ton in 2035. Vanaf 2050 zal ongeveer 20.000 ton vrijkomen en rond 2065 komt er een piek van ongeveer 50.000 ton per jaar. Op dat moment zal het meeste materiaal dat beschikbaar komt, HBCDD bevatten. Na 2080, zal de hoeveelheid van HBCDD-houdend EPS/XPS sterk afnemen, waarbij de hoeveelheid van HBCDD-vrije EPS/XPS sterk zal toenemen (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat 2016).

*Kwantitatieve indicator:*

*Hoeveelheid ZZS-houdende materiaalstromen in Nederland*

### *3.2 Wordt het product gerecycled?*

EPS uit de bouw dat vrijkomt bij sloopwerkzaamheden wordt in Nederland meestal verzameld als gemengd sloopafval en vervolgens getransporteerd naar een recyclingbedrijf dat deze afvalstroom sorteert in recyclebare materialen en restafval. Doorgaans wordt EPS niet beschouwd als recyclebaar in dit sorteerproces. Na het sorteren van bouw- en sloopafval komt daarom bijna al het EPS in het restafval terecht en wordt verbrand. De aanname is dat een klein deel van het EPS in bouwafval na sloop nog gestort wordt samen met andere materialen die niet geschikt zijn voor verbranding.

*Kwalitatieve indicator:*

*Nee (geen recycling)*

### *3.3 Zijn er recyclingmethoden die ZZS verwijderen?*

Er is een recyclingtechniek beschikbaar om HBCDD uit piepschuim te verwijderen, namelijk via solvolyse. Hierbij lost men EPS dat de HBCDD bevat middels een chemisch proces op. Verontreinigingen en additieven zoals HBCDD worden in het proces afgescheiden. Wat overblijft is schoon polystyreen dat terug naar de productie van HBCDD-vrije polystyreenproducten gaat en ook elementaire broom dat kan worden

<sup>5</sup> XPS of geëxtrudeerd polystyreen wordt gebruikt als isolatie en funderingsmateriaal

ingezet in de (toegelaten) broomindustrie. Het bedrijf 'PolyStyreneLoop' heeft het initiatief genomen voor de bouw van een eerste recyclinginstallatie.

De bouw van de proeffabriek is gestart in 2020 en kan per jaar 3.300 ton Europees bouwpiepschuim verwerken (PolyStyreneLoop 2020). Bij een succesvolle implementatie, zal het proces verder uitgerold worden door de bouw van andere fabrieken in heel Europa. Door het opschalen van dit recyclingproces, zal piepschuim in toenemende mate van gerecyclede grondstoffen geproduceerd kunnen worden en wordt er minder piepschuim met HBCDD verbrand of gestort.

*Kwalitatieve indicator:*

*Ja (recyclingmethode die ZZS verwijderd is beschikbaar)*

### **Conclusie:**

Deze casus is een voorbeeld van een materiaalstroom van een *legacy*-stof (HBCDD). Het inzamelen van EPS uit bouw- en sloopafval vindt nog op grote schaal plaats, maar op korte termijn zal een eerste (proef)fabriek starten met recycling. Belangrijk is dat deze techniek het mogelijk maakt om de ZZS te verwijderen.

Er is een goed beeld van de hoeveelheid HBCDD-houdend isolatie-EPS dat in Nederland aanwezig is. Ook is er informatie over de hoeveelheid EPS dat naar verwachting de komende jaren vrij zal komen. Er zijn weinig tot geen gegevens over de hoeveelheid EPS die vrijkomt als onderdeel van het gemengde bouw- en sloop, ook omdat gescheiden inzameling nog maar beperkt plaatsvindt. Dus ondanks dat er veel bekend is over deze stroom, is er toch meer data nodig om de monitoring goed uit te kunnen voeren. Om zicht te krijgen op HBCDD in EPS uit de bouw adviseren we om te focussen op de kernvraag uit het vak "verwerking" van het monitoringsraamwerk:

*In welke hoeveelheid zijn ZZS-houdende stromen aanwezig?*

Om invulling te geven aan deze kernvraag is informatie noodzakelijk over:

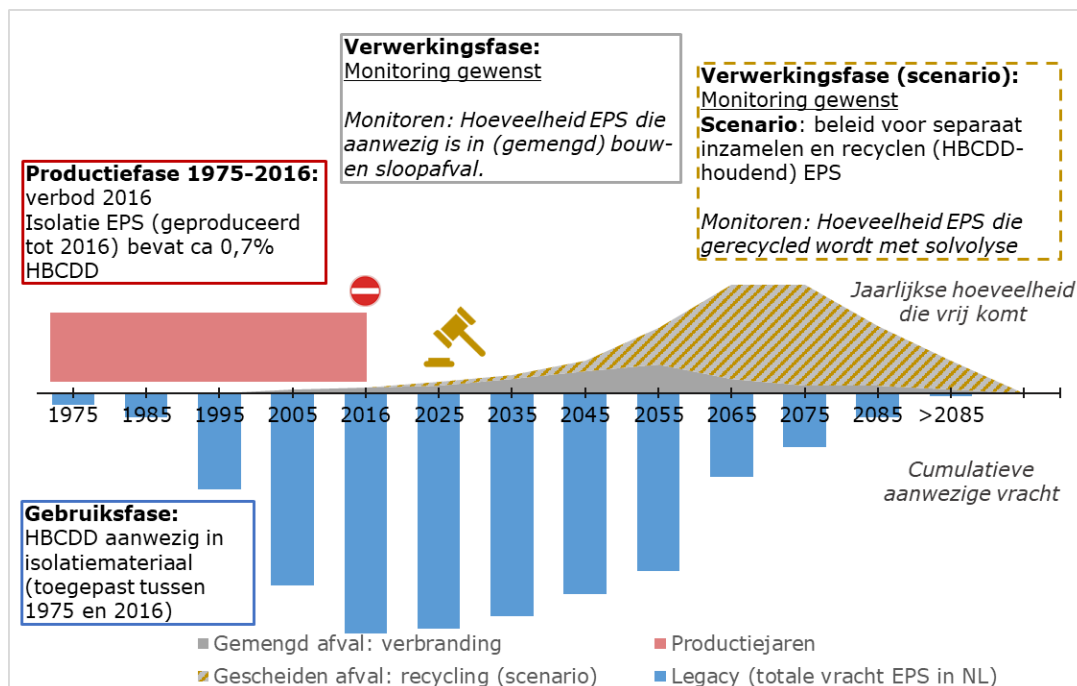
1. Hoeveelheid EPS die aanwezig is in (gemengd) bouw- en sloopafval.
2. Hoeveelheid EPS die gescheiden ingezameld wordt bij bouw- en sloopwerkzaamheden.
3. Hoeveelheid (gescheiden ingezameld) EPS die gerecycled wordt (zowel HBCDD-houdend als HBCDD-vrij)
4. Hoeveelheid EPS die gerecycled wordt met solvolyse.

Om de data te ontsluiten is overleg nodig met inzamelaars, verwerkers en gebruikers van gerecycled EPS. Ons advies is om de monitoring van bovenstaande indicatoren jaarlijks uit te voeren. Ook de kernvragen die bij de onderdelen "productie" en "gebruik" horen zijn relevant voor deze casus, maar productie en gebruik zullen naar verwachting niet veranderen de komende jaren. Deze kernvragen zijn daarom geen onderdeel van het vervolg van de monitoring.



### Impressie van (fictief) monitoringsresultaat

Indien er een start wordt gemaakt met de monitoring conform het bovenstaande richtsnoer, levert dit een dataset op. In Figuur 11 is gevisualiseerd welke resultaten dit op kan leveren op basis van fictieve data. Het gaat hierbij om een impressie van wat mogelijk is en niet een te verwachten of gewenst toekomstbeeld.



Figuur 11 Impressie van (fictief) monitoringsresultaat.

De totale hoeveelheid (vracht) aan HBCDD-houdend EPS is weergegeven aan de onderkant van de Y-as (blauwe balken). De bovenkant van de Y-as geeft de hoeveelheid EPS die jaarlijks ingezameld wordt aan, opgesplitst in EPS die aanwezig is in gemengd bouw- en sloopafval en de hoeveelheid separaat ingezameld EPS. Met name deze laatste stroom is geschikt voor recycling. In dit figuur is men uitgegaan van beleidsmaatregelen die eisen stellen op gebied van gescheiden inzameling van EPS bij renovatie- en sloopwerkzaamheden. Bij het ontbreken van beleid op dit vlak zullen de hoeveelheden HBCDD houdend EPS die gerecycled worden veel lager zijn.

## 5.2 Minerale olie in voedsel

Minerale oliën kunnen in voedsel terecht komen, bijvoorbeeld omdat ze zijn gebruikt als gewasbeschermingsmiddel. Maar minerale oliën kunnen ook vanuit kartonnen verpakkingen migreren en in voedsel terecht komen. Bronnen van minerale oliën in voedselverpakkingen zijn meestal drukinkten (voor kranten), maar ook lijmen en procestechnieken kunnen een bron zijn. Door maatregelen en handhaving zijn de hoeveelheden minerale olie in voedsel de laatste decennia afgenomen (Buijtenhuijs en van de Ven 2019).

Naast voedselveiligheid heeft minerale olie ook impact op de recyclebaarheid van papierstromen. Om migratie te voorkomen wordt

steeds vaker een barrière aangebracht op voedselverpakkingen door middel van coatings of laminaten, waardoor de papiervezel vermengd wordt met andere materialen die niet of moeilijk te verwijderen zijn bij papierrecycling. Dit heeft vervolgens weer een impact op beschikbaarheid van oud papier en karton voor de productie van gerecyclede verpakkingen.

Als we deze casus toepassen op het monitoringsraamwerk, zijn de volgende onderdelen en bijhorende vragen relevant:

1. Gebruik (blootstelling)
  - 1.1. Is er blootstelling aan ZZS bij het gebruik (mogelijk)?
2. Recycling (aanwezigheid):
  - 2.1. Zijn er recyclingmethoden die ZZS kunnen verwijderen?

Om bovenstaande vragen te kunnen beantwoorden is een korte literatuurstudie uitgevoerd.

## **1. Gebruik (blootstelling)**

### *1.1 Is er blootstelling aan ZZS bij het gebruik (mogelijk)?*

Bij de beoordeling van het gezondheidsrisico is het belangrijk om onderscheid te maken tussen verzadigde koolwaterstoffen (MOSH - *Mineral Oil Saturated Hydrocarbon*) en aromatische koolwaterstoffen (MOAH - *Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons*) in minerale oliën, omdat de schadelijke effecten daarvan verschillen. Met name sommige aromatische koolwaterstoffen zijn kankerverwekkend. In een RIVM-onderzoek uit 2019 bleek dat het niet mogelijk is om aan te geven of mensen te veel MOAH binnenkrijgen, omdat niet goed te meten valt hoeveel kankerverwekkende MOAH in voedsel zitten (Buijtenhuijs en van de Ven 2019). Voor een goede monitoring zijn meer gegevens nodig. Momenteel geldt vanuit de Europese Commissie een aanbeveling voor monitoring van minerale oliën in levensmiddelen en verpakkingsmaterialen. Om betrouwbare analyseresultaten te genereren heeft de Europese Commissie een richtsnoer opgesteld waarin specifieke aanwijzingen zijn opgenomen voor bemonstering en analyse van minerale oliën in levensmiddelen en verpakkingsmaterialen. In Nederland worden metingen uitgevoerd door de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA).

Om goede kwantitatieve indicatoren vast te stellen, adviseren we om aan te sluiten bij het richtsnoer van de EU waarbij duidelijk onderscheid gemaakt wordt tussen MOSH en MOAH. Ons voorstel is hiervoor contact te leggen met de NVWA.

## **2. Recycling (aanwezigheid):**

### *2.1 Zijn er recyclingmethoden die ZZS kunnen verwijderen?*

Vanuit kartonnen verpakkingen van gerecycled materiaal kunnen minerale oliën in het voedsel terecht komen. Droge levensmiddelen zoals rijst, pasta, ontbijtgranen en hagelslag worden vaak in karton verpakt. De inname van minerale oliën via deze levensmiddelen blijkt een kleine bijdrage te leveren aan de totale inname van minerale oliën door voedsel (van de Ven et al. 2017). Zoals hierboven omschreven is meer onderzoek noodzakelijk om de bijdrage van migratie van minerale olie uit voedsel verpakkingen beter in beeld te brengen. Omdat het bekend is dat MOSH en MOAH aanwezig kunnen zijn in gerecyclede

papierstromen, stellen we voor om naast het monitoren van de blootstelling bij gebruik, ook te kijken naar de aanwezigheid van minerale olie bij recycling van papierstromen. Het gaat dan met name over recyclingmethodes die minerale olie kunnen verwijderen. Door verpakkingen te produceren die vrij zijn van minerale olie is er ook geen noodzaak meer voor het gebruik van barrières wat weer een impact zal hebben op beschikbaarheid van papiervezels voor recycling.

TNO heeft onderzoek gedaan naar bestaande technieken en technieken in ontwikkeling om minerale oliën af te vangen tijdens het recyclen van oud papier (Krul et al. 2018). Er zijn dus technieken voorhanden en monitoring zou zich kunnen richten op de mate van implementatie van deze technieken. Op de lange termijn zal bronaanpak nodig zijn om doelstellingen op het gebied van circulariteit te halen. Zo kan de omschakeling van inkten op basis van minerale olie naar inkten op basis van plantaardige olie of op waterbasis voorkomen dat oud papier verontreinigd wordt. Voor de monitoring zou onderzocht kunnen worden of deze gegevens over inktgebruik door (grote) drukkerijen of branche organisaties beschikbaar gesteld kunnen worden.

### **Conclusie**

Op basis van eerder onderzoek door RIVM blijkt dat er op dit moment onvoldoende meetgegevens zijn (Buijtenhuijs en van de Ven 2019). Er is meer onderzoek en meer data nodig om onderscheid te kunnen maken tussen de individuele minerale oliën. Dit wordt momenteel op Europees niveau aangepakt en aangestuurd. Op nationaal en Europees niveau zijn maximumgehalten voor minerale olie nog niet wettelijk vastgelegd. Aangezien monitoring wordt ingezet als middel om voortgang ten opzichte van beleidsdoelstellingen te meten, wordt het ontbreken van beleid in deze casus als knelpunt signaleerd.

Om zicht te krijgen op minerale olie in voedsel(verpakkingen) adviseren we om te focussen op de volgende aspecten:

1. Ontwikkelen van betrouwbare analyseresultaten die antwoord kunnen geven op de hoeveelheid van "schadelijke MOAH" in voedsel en voedselverpakkingen. Op basis van de resultaten kunnen vervolgens de bronnen beter in kaart gebracht worden, waardoor de monitoring van de (bijdrage van) de verschillende bronnen van minerale olie gerichter plaats kan vinden.
2. Monitoren van de implementatie van nieuwe recyclingstechnieken voor papier en karton die minerale olie kunnen verwijderen.

### **5.3 Conclusie uitwerking validatiecasussen**

Een grote uitdaging is het vinden en koppelen van de indicatoren aan informatiebronnen en het vastleggen van de monitoring (*wat we kunnen meten*). Voor twee validatiecasussen is hier in dit hoofdstuk ervaring mee op gedaan. De belangrijkste bevindingen uit casussen zijn:

- Het monitoringsraamwerk is een hulpmiddel om na te gaan waar de focus kan liggen voor de monitoring: bij productie, gebruik, verwerking of de gehele keten. Zo is voor isolatie EPS de verwerkingsfase belangrijk om te monitoren en bij minerale olie de blootstelling bij gebruik.

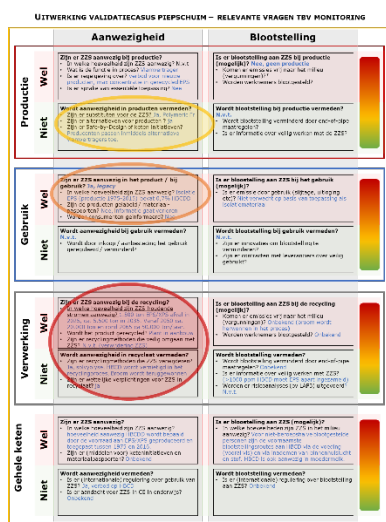
- Aan de hand van de kernvragen in het monitoringsraamwerk kunnen geschikte indicatoren worden afgeleid. Dit zijn zowel kwantitatieve en kwalitatieve indicatoren.
- Hoewel het mogelijk is in een redelijk kort tijdsbestek informatie op hoofdlijnen te verzamelen, vraagt een gedetailleerd overzicht van een casus interactie met stakeholders. Zelfs voor een casus als piepschuim, waarbij van tevoren werd gedacht dat er veel data beschikbaar is, bleek het toch niet mogelijk om alle gewenste informatie te achterhalen. De beschikbare data is veelal niet voldoende dekkend. Zo is er wel data over afval, maar zodra deze stroom te veel gemengd is, kunnen de ZZS niet meer goed worden gevolgd.
- Het aangeven van de informatie die nog ontbreekt, is ook al waardevolle informatie in dit stadium van de monitoring.

## 6 Discussie

De monitoring van ZZS in een CE is complex en de concretisering van een monitoringsstrategie heeft nog een lange weg te gaan. De grote hoeveelheid ZZS en de verschillende stromen waarin zich deze bevinden, maakt de monitoring zeer complex. Toch is het mogelijk gebleken om een eerste raamwerk op te zetten dat aan de hand van de kernvragen over ZZS-houdende stromen de belangrijke plekken in de keten om verder te monitoren kan identificeren. Hiermee kunnen voor specifieke ZZS-houdende stromen of validatiecasussen de meest relevante plekken voor risico's voor ZZS in de keten in beeld gebracht worden. Door de monitoring zo stap voor stap verder uit te werken, ontstaat er steeds meer zicht op ZZS in de CE. Het zal echter onmogelijk zijn om voor elke ZZS en ZZS-houdende stroom alle stappen te doorlopen. Momenteel is het ook nog niet mogelijk prioritaire indicatoren te formuleren voor ZZS in CE in het algemeen, maar het raamwerk geeft aan welke vragen op welke plekken in de keten relevant zijn. Ook wanneer informatie over risico's of aanwezigheid van ZZS ontbreekt of niet wordt ontsloten, waarmee definities zoals die voor essentieel gebruik nog niet helemaal zijn uitgewerkt of het beleid nog niet operationeel genoeg is, maakt dit raamwerk toch een eerste start mogelijk. In deze discussie volgt een reflectie op het raamwerk, gevolgd door de toetsing van het raamwerk op de uitgangspunten zoals beschreven in paragraaf 2.2.

### **Het raamwerk op waarde geschat**

Naarmate het raamwerk wordt ingevuld met casussen, kan er per casus worden gezien welk vak van belang is wat kan worden voorgesteld als een *heatmap* of *hotspot*-analyse (zie Figuur 12). Door het verder uitwerken van de relevante vakken met indicatoren komen plekken in de keten naar voren waar risico's ontstaan en monitoring relevant is. De vraag zal zijn of het mogelijk is om vanuit meerdere gevulde *heatmaps* te laten zien hoe vergesorderd de transitie naar een veilige CE is. Zegt inzicht in belangrijke risico's op plekken in de keten van de verschillende prioritaire stromen iets over het algemene beeld van de veilige CE? Is er een patroon te zien dat bijvoorbeeld de meeste risico's zich voordoen in de fase van recycling bij aanwezigheid van ZZS?



Figuur 12 Voorbeeld heatmap casus EPS (zie bijlage 3 voor gedetailleerde totale uitwerking casus in raamwerk)

Hoewel het raamwerk simpel oogt, wordt het complexer naarmate de vragen in het raamwerk worden gebruikt om indicatoren voor stromen te formuleren. Uiteindelijk zullen de vragen en indicatoren worden grotendeels gekwantificeerd of uitgewerkt tot een semi-kwantitatief systeem. In een verdere uitwerking van het raamwerk kan er worden gekeken of op sommige vragen ja/nee antwoorden volstaan of dat er meer nuance moet worden aangebracht: waarschijnlijk, misschien, mogelijk, onwaarschijnlijk. Als vragen op meerdere prioritaire ZS-houdende stromen worden toegepast, of *heatmaps* over elkaar heen worden gelegd, zal er ook onderling moeten worden geharmoniseerd, zodat de juiste zaken met elkaar worden vergeleken. Tot slot, blijkt uit de validatiecasussen dat voor producten een veelvoud van indicatoren nodig is om een prioritaire ZS-houdende stroom te monitoren. De praktijk van de monitoring is weerbarstig, maar niet onmogelijk.

### Aansluiten bij toekomstvisie, bestaande beleidsdoelen, definities en informatiesystemen waar mogelijk

In de uitwerking van de monitoring is aangesloten op bestaande doelen, definities en systemen waar mogelijk, maar dit heeft ook tot uitdagingen geleid. Een concrete uitwerking van beleidsdoelen van ZS in een CE en het hanteren van uniforme definities is wenselijk voor een goede opzet en uitvoering van de monitoring. Hoewel er duidelijke beleidsdoelen bestaan, kwam toch in gesprekken met beleidsmakers en interne en externe experts naar voren dat het belangrijk is om een gezamenlijk beeld te hebben over wat een veilige CE in 2050 inhoudt. In de introductie (paragraaf 2.1.1) werd al aangegeven hoe er verschillende scholen en visies bestaan over veiligheid in de CE. Bij het uitwerken van de monitoring komen deze verschillende visies terug.

Het duidelijk neerzetten en definiëren van het toekomstbeeld dat als uitgangspunt is genomen, kan helpen om de discussie te focussen zodat deze niet afleidt van de hoofdvraag. De stelling van het toekomstbeeld werd door deelnemers niet ter discussie gesteld. De verwachting is dat hoe meer de beleidsdoelen worden uitgewerkt en geoperationaliseerd,

hoe meer de betrokkenen een coherente visie zullen vormen over veiligheid in de CE.

Naast een concrete uitwerking van het gewenste beleidsdoel, is voor de monitoring duidelijkheid over definities gewenst om de monitoring verder aan te scherpen. Wanneer is er bijvoorbeeld sprake van een *essentiële toepassing*? Kunnen de criteria voor essentiële toepassingen verder worden uitgewerkt zodat ze kunnen worden toegepast in uitfaseringstrajecten? Ook als er concreet beleid wordt ontwikkeld of initiatieven op bepaalde stromen of ZZS, geeft dit handvaten om de monitoring op te zetten. Er was ook verschillend begrip van stakeholders over transitie- en effectindicatoren.

Tot slot, door het aansluiten op bestaande informatiesystemen, als ook het kiezen van casussen waar nu informatie voor beschikbaar is, komen we nu nog vaak uit op bekende voorbeelden, omdat hier al onderzoek naar is gedaan of de casus in de belangstelling staat. Het is moeilijk om nog onbekende casussen te identificeren en daar voldoende prioriteit aan te geven in de monitoring. Naarmate de CE zich ontwikkelt, zullen nieuwe voorbeelden zich voordoen en is het belangrijk hierop alert te blijven en op te nemen in de monitoring. Daarnaast zullen er ook nieuwe informatiebronnen komen, zoals de SCIP-database en de ZZS-emissiedatabase, welke nieuwe inzichten geven over de mogelijkheden in de monitoringsstrategie geven.

Door aan te sluiten op bestaande informatiesysteem is er vooral informatie over aanwezigheid van ZZS in stromen boven de rapportagegrens (vaak 0,1%). Echter ZZS die onder deze grens in een stroom voorkomen, zijn ook aanwezig en het huidige raamwerk vraagt er wel om dit in kaart te brengen. Het is belangrijk om zicht te krijgen op de totale aanwezigheid van ZZS, omdat in een CE ZZS zich mogelijk na recycling in materialen kunnen ophopen en de aanwezigheid dan wel boven de grens uitkomt. Echter, omdat ZZS die onder de grenswaarde aanwezig zijn voldoen aan huidige wetgeving, zijn deze moeilijker te monitoren. Aansluiten op bestaande wetgeving en informatie maakt de monitoring beter hanteerbaar, maar niet altijd kwalitatief beter.

### **Iteratief door ontwikkelen, aanscherpen, prioriteren en uitwerken van de monitoring waar nodig**

Het uitwerken van een monitoringsraamwerk was een nadrukkelijk iteratief proces tussen verschillende partijen. Om verder te komen met de concretisering van de monitoring is evaluatie van de voorgestelde validatiecasussen nodig, ook om indicatoren te evalueren in relatie tot het beleidsdoel. Hierin is het essentieel stakeholders en het bedrijfsleven te betrekken. In deze rapportage is de industrie nog niet actief betrokken, met als reden om eerst vanuit onafhankelijke expertise een focus te krijgen op wat we willen weten.

Bij het uitwerken van de informatiebeschikbaarheid en het bepalen van de validatiecasussen, kan de industrie wel mee reflecteren en zal de expertise van de industrie van groot belang zijn als ook de wil om casussen verder uit te werken. Criteria voor het kiezen van casussen zijn ook de haalbaarheid en de mate waarin er energie op zit. Zeker bij het verder uitwerken van zorgvuldig gekozen validatiecasussen, ligt er

veel kennis bij bedrijven over de laatste ontwikkelingen, technologieën, toegepaste stoffen en manieren van data verzamelen. Meer inzicht geeft bedrijven ook meer zekerheid over ZZS in materiaalstromen en mogelijkheden voor recycling.

### **Gelijk speelveld en verdeling van (administratieve) lasten**

Onder dit uitgangspunt valt ook de haalbaarheid van de monitoring. Wie wat gaat doen van de monitoring is nog niet duidelijk en moet in volgende stappen worden uitgewerkt. Gezien de enorme complexiteit, zal ook de vraag van kosteneffectiviteit scherp in de gaten moeten worden gehouden. Doordat er nu wordt gefocust op validatiecasussen, is deze vraag nog niet zo urgent. In een volgende slag van monitoring zal moeten worden bepaald wanneer iets niet moet gebeuren omdat het te duur of te moeilijk is. Daarin zal ook beleid duidelijkheid moeten scheppen en keuzes maken. We kunnen ons ook afvragen of de validatiecasussen voldoende zijn om de monitoring te concretiseren. Een volgende studie is nodig om op deze vraag antwoorden te geven. De suggesties in het begin van de discussie betreft het vergelijken van de uitkomsten van uitgewerkte validatiecasussen zijn mogelijkheden.

### **Systeemperspectief in zicht houden en afwenteling**

Het RIVM heeft in dit rapport gekeken naar de monitoring van ZZS in de CE. Het is belangrijk dat deze monitoring kan aansluiten op de monitoring van de gehele CE. Op termijn is het van belang dat het monitoren van ZZS in de CE in de grotere context van het reduceren van milieu-impact wordt bekeken. Daarbij moeten mogelijke afwentelingen of conflicterende beleidsacties in kaart worden gebracht. Deze vragen vallen buiten de scope van de huidige monitoringsexercitie en er zijn weinig gesprekken geweest waarin mogelijke afwentelingen ter sprake komen. De focus is nu eerst op het verkrijgen van zicht op ZZS, maar door het systeemperspectief in zicht te houden, blijven we kansen en gevaren signaleren. Als de aanpak blijkt te werken, zou de monitoring in een later stadium uitgebreid kunnen worden naar andere zorgstoffen. Dit kunnen stoffen zijn die geen zeer zorgwekkende gevaareigenschappen hebben, maar wel tot risico's voor mens en milieu kunnen leiden. Ook zal er nog nader moeten worden gekeken naar cumulatieve blootstelling aan stoffen, die in deze rapportage niet aan de orde is gekomen (Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur 2020).



## 7 Bevindingen en aanbevelingen

In opdracht van het PBL heeft het RIVM een eerste monitoringsraamwerk ontwikkeld dat de basis legt voor het zicht houden op ZZS in een CE. Uitgangspunt voor het monitoringsraamwerk en de keuze voor de indicatoren, prioritaire stromen en casussen is onderstaand toekomstbeeld voor 2050 (Beekman et al. 2020):

*"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."*

Hieronder worden de bevindingen en aanbevelingen geformuleerd voor het beleid betreft de monitoring van ZZS in de CE.

### 7.1 Bevindingen

Met het toekomstbeeld voor ogen zou het monitoringsraamwerk idealiter een antwoord bieden op de hoofdvraag: hoe vergevorderd is de transitie richting een veilige CE? Afbakening en focus op de belangrijkste risico's van ZZS bij gebruik van materialen en producten in een CE is hier een uitdaging. Om de monitoring hanteerbaar te maken werd daarom gevraagd of we de grootste risico's kunnen volgen door te starten met de stoffen en/of toepassingen met de grootste risico's. Door de enorme hoeveelheid van ZZS en de complexiteit van de stromen waar deze zich in bevinden, is deze vraag niet eenvoudig te beantwoorden. Op basis van het toekomstbeeld is er wel een basisraamwerk voor de monitoring ontwikkeld gebaseerd op de combinatie van onderstaande conceptuele kaders:

- Een (potentieel) risico is gebaseerd op de aanwezigheid van een ZZS in combinatie met de (potentiële) blootstelling.
- In een CE kijk je naar (potentiële) risico's in de gehele keten (denk aan hergebruik en recycling).

Het samenvoegen van de twee kaders voor risico van ZZS en de CE leidt tot een conceptueel en kwalitatief raamwerk met bijbehorende kernvragen. Dit monitoringsraamwerk is een hulpmiddel om na te gaan waar de focus kan liggen voor de monitoring: bij productie, gebruik, verwerking of de gehele keten. Zo is voor isolatie EPS (piepschuim casus) de verwerkingsfase belangrijk om te monitoren en bij minerale olie de blootstelling bij gebruik. Aan de hand van de kernvragen in het monitoringsraamwerk kunnen vervolgens geschikte indicatoren worden afgeleid. Dit zijn zowel kwantitatieve en kwalitatieve indicatoren. Een fictief voorbeeld van de monitoring van isolatie EPS in de uitwerking van de validatiecasus laat zien welke resultaten dit op kan leveren en hoe monitoring in relatie tot beleid er uit kan zien.

Hoewel het mogelijk is in een redelijk kort tijdsbestek informatie op hoofdlijnen te verzamelen, vraagt een gedetailleerde uitwerking van de casus en interactie met stakeholders. Zelfs voor een casus als

piepschuim, waarbij van tevoren werd gedacht dat er veel data beschikbaar was, is het toch niet mogelijk om alle gewenste informatie te achterhalen. Het aangeven van de informatie die nog ontbreekt, is ook al waardevolle informatie in dit stadium van de monitoring. Het raamwerk laat ook zien dat de monitoring van ZZS in CE niet met één indicator kan worden bekeken, maar dat de indicatoren op verschillende plekken in de keten moeten worden bekeken. Het combineren van casussen kan een heatmap opleveren die mogelijk meer zicht kan geven in de transitie naar een veilige CE en de monitoring van de grootste risico's.

Er is (nog) veel onbekend over de aanwezigheid en blootstelling van ZZS in verschillende toepassingen. De meest risicovolle ZZS-houdende stromen zijn daarom niet objectief te benoemen. Op basis van expert judgement en literatuurstudie is wel een overzicht gemaakt van prioritaire ZZS-houdende stromen waarmee de monitoring zou moeten starten. Door het basisraamwerk te koppelen aan deze meest prioritaire ZZS-houdende stromen, waarbij indicatoren worden gekozen die een validatie kunnen zijn voor de plek in de keten (denk aan risico op blootstelling bij gebruik of het voorkomen van het gebruik van ZZS) kan, stap voor stap, steeds meer zicht op ZZS in de CE ontstaan. Zo is het monitoringsraamwerk, gekoppeld aan het overzicht van prioritaire ZZS-houdende stromen, een belangrijk hulpmiddel om aan te geven waar het grootste knelpunt voor een ZZS of stofgroep in een CE ligt en waar monitoring per stroom op moet worden ingezet.

## 7.2 Aanbevelingen

Op basis van bovenstaande bevindingen komen wij tot onderstaande aanbevelingen voor het vervolg.

### *I. Maak het monitoringsraamwerk verder compleet in een iteratief proces met beleid en in samenwerking met de hele keten*

In dit rapport is een monitoringsraamwerk voorgesteld, maar het is nog geen volwaardige monitoring waarmee een nulmeting kan worden uitgevoerd. Door te starten met het verder uitwerken van validatiecasussen, kan het monitoringsraamwerk verder vorm krijgen. Bij het verder uitwerken van het monitoringsraamwerk zijn onderstaande punten van belang:

- Verder uitwerken van de indicatoren voor validatiecasussen en inventariseren van beschikbare informatie in samenspraak met de gehele keten, inclusief industrie en afvalverwerkers.
- Evalueer de voorgestelde validatiecasussen en indicatoren in relatie tot het beleidsdoel. Doe dit mede in samenspraak met het bedrijfsleven en andere stakeholders.
- Werk de taken en verantwoordelijkheden van de monitoring verder uit. Wie is bijvoorbeeld verantwoordelijk voor de uitvoering en dataverzameling?
- Bepaal welke wijze van rapportage of visualisering past bij het monitoringsraamwerk en hoe dit in het kader van de tweejaarlijkse Integrale Circulaire Economie Rapportage (ICER) rapportage het beste kan worden gepresenteerd.
- Werk de inventarisatie van beschikbare en benodigde informatiesystemen met de data voor de monitoring verder uit en

betrek daarbij eventueel nieuwe systemen opzetten voor criteria. Door tijdige communicatie met het Grondstoffen Informatie System (GRIS) kan hiermee rekening worden gehouden in ontwikkeling van het GRIS. Volg ook nauw de ontwikkelingen van de SCIP-database (*Substances of Concern In articles as such or in complex objects (Products)*) en andere initiatieven en sluit daar waar mogelijk op aan. Ook is relevant om de frequentie van dataverzameling, mogelijk per casus of prioritaire stroom, te bepalen.

- Begin maken aan een strategie voor het borgen voor de databetrouwbaarheid en verificatie. Start met het opstellen van eenduidige criteria voor de benodigde beschikbaarheid en kwaliteit van data voor materialen in stoffen in de keten. Denk ook na over hoe bedrijven kunnen worden gestimuleerd of verplicht data aan te leveren en hoe monitoring kan sturen op resultaten.
- Evalueer het raamwerk periodiek, zodat het aan blijft sluiten met de transitiedynamiek.
- Sluit raamwerk en indicatoren aan op verdere operationalisering van beleidsdoelen; bijvoorbeeld criteria die worden gesteld voor essentieel gebruik, welke risico's acceptabel zijn, hoe tegengestelde belangen te wegen en hoe de visie op veiligheid in een CE nader wordt ingevuld.

## *II. Maak een start met de monitoring van ZZS in een CE in een iteratief proces met beleid en in samenwerking met de hele keten*

Parallel aan het verder uitwerken van het monitoringsraamwerk is het wenselijk om verder ervaring op te doen met het monitoren van ZZS in een CE aan de hand van validatiecasussen voor de prioritaire ZZS-houdende stromen. Zo wordt er geleerd over de monitoring, formuleren van indicatoren voor prioritaire stromen en identificeren van informatiebronnen door het te doen. Onderstaande punten zijn hierbij van belang:

- Werk de validatiecasussen uit dit rapport verder uit door op basis van het raamwerk geïdentificeerde relevante gegevens te verzamelen bij de partijen uit de praktijk en evalueer de resultaten.
- Identificeer samen met experts, beleidsmakers en de industrie op basis van prioritaire stromen nog een aantal casussen in verschillende sectoren en productgroepen om uit te werken en vergelijk de resultaten.
- Start met de casussen waar meer over bekend is en waar energie op zit in de praktijk om aan te werken.
- Start met het bepalen van prioritaire indicatoren voor monitoring op basis van validatiecasussen.

## *III. Investeer in randvoorwaarden voor monitoring*

De monitoring van ZZS in een CE kan alleen functioneren als er aan een aantal randvoorwaarden wordt voldaan. Momenteel is er nog veel onbekend over ZZS in de verschillende delen levenscyclus van producten en materialen. De volgende randvoorwaarden zijn essentieel voor de monitoring:

- Verbetering van dataverzameling/informatiestroom door de keten, verhogen ketenverantwoordelijkheid en beter meten.
- Kennisontwikkeling op het gebied van meten, monitoren en registreren van ZZS in de afvalstroom, gerecyclede producten, meten door de hele keten heen met flowanalyses en daadwerkelijke blootstelling. Doe dit met name voor stromen relevant in een CE.
- Brede ontsluiting van risicoanalyses die worden gedaan door omgevingsdiensten en provincies, bijvoorbeeld in het kader van LAP3, zodat deze ook beschikbaar zijn voor de monitoring.
- Kennisverzameling over de volledige levenscyclus van stoffen van productie tot aan afvalverwerking in dossiers om de juiste risico's te kunnen monitoren.
- Capaciteit bouwen bij overheden zoals vergunningverleners en Rijkswaterstaat om de beschikbare kennis en informatie over stoffen gedurende de levenscyclus te verkrijgen.
- Ontwikkeling van tools die Safe, Sustainable en Circular-by-Design mogelijk maken en stakeholders ondersteunen in het maken van integrale afwegingen. Dit om te voorkomen dat het recyclen van een materiaal voor verwijdering van een ZZS een hoge milieu-impact veroorzaakt. Geef hier ook aandacht aan in het onderwijs, zodat nieuwe ontwerpers al leren om met deze principes te werken.
- Informatie over ZZS in de CE meer inzichtelijk maken voor burgers die normaliter op afstand staan van de risicobeoordeling. Publieke aandacht kan helpen om meer inzicht te verkrijgen in belangrijke stromen en het hoger op de agenda van politiek en bedrijven krijgen van veiligheid in een CE.

## 8 Dankwoord

Dit rapport is gemaakt door het RIVM in opdracht van PBL. Wij danken E. Schoenmaker (RWS), D.S. van Es (WUR), L.M. Knijff (Min. IenW), A.M.G. Klooswijk (Min. IenW) en A.G. Prins (PBL), voor hun deelname aan de begeleidingsgroep van dit project.

De auteurs bedanken Juan Bakker voor zijn waardevolle bijdragen en reflecties.

Daarnaast danken wij de verschillende externe deskundigen voor hun deelname aan de expertsessies.



## Referenties

- Beekman, M., J. Bakker, C.W.M. Bodar, L.C. van Leeuwen, S.L. Waaijers-van der Loop, M. Zijp, en J. Verhoeven. 2020. 'Omgaan met Zeer Zorgwekkende Stoffen in een Circulaire Economie.' RIVM rapport 2019-0186.
- Buijtenhuijs, D., en B.M. van de Ven. 2019. 'Mineral Oils in food; a review of occurrence and sources.' RIVM rapport 2019-0048.
- CARACAL. 2020. '37th Meeting of Competent Authorities for REACH and CLP (CARACAL).' CA/61/2020.
- CIRCO. 2020. 'CIRCO - Creating Business through Circular Design'. <https://www.circonl.nl/>.
- Danish Consumer Council. 2015. 'Test: Unwanted chemicals found in pizza boxes'. <https://kemi.taenk.dk/bliv-groennere/test-unwanted-chemicals-found-pizza-boxes>.
- DCMR Milieudienst Rijnmond. 2019. 'Voortgangsrapportage project ZZS-uitvraag (status per 1-9-2019).' Kenmerk 22265834.
- Demacsek, C., L. Tange, A. Reichenecker, en G. Altnau. 2019. "PolyStyreneLoop – The circular economy in action." In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 012149. IOP Publishing.
- ECHA. 2019a. 'REACH: Regulation for the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals'. <https://echa.europa.eu/regulations/reach/understanding-reach>.
- ECHA. 2019b. 'SCIP Database'. <https://echa.europa.eu/scip-database>.
- European Commission. 2020. 'Chemicals Strategy for Sustainability Towards a Toxic-Free Environment.' COM(2020) 667 final.
- European Union. 2016. 'Rapex - Rapid Alert System for dangerous non-food products'. <https://data.europa.eu/euodp/nl/data/dataset/rapex-rapid-alert-system-non-food>.
- Europese Commissie. 2015. 'Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy.'
- Eurostat. 2018. 'Chemicals production and consumption statistics'. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Chemicals\\_production\\_and\\_consumption\\_statistics#Consumption\\_of\\_chemicals\\_hazardous\\_to\\_health](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Chemicals_production_and_consumption_statistics#Consumption_of_chemicals_hazardous_to_health).
- Friege, H., B. Kummer, K.G. Steinhäuser, J. Wuttke, en B. Zeschmar-Lahl. 2019. 'How should we deal with the interfaces between chemicals, product and waste legislation?', *Environmental Sciences Europe*, 31.
- Gezondheidsraad. 2018. 'Gevaarlijke stoffen in een circulaire economie.'
- Hofstra, U. 2019. 'ZZS in Afvalstoffen, update 2019.' A108010/R20190414a.
- Information for Recyclers Platform. 2020. 'I4R-platform'. <https://i4r-platform.eu/>.
- International Dismantling Information System. 2016. 'IDIS2'. <https://www.idis2.com/>.
- Janssen, M.P.M., J. Spijker, J. Lijzen, en L. Wesselink. 2015. 'Plastics met gevaarlijke stoffen: recyclen of verbranden?', RIVM rapport 2015-0163.

- Johansson, N., C. Velis, en H. Corvellec. 2020. 'Towards clean material cycles: Is there a policy conflict between circular economy and non-toxic environment?', *Waste Manag Res*, 38: 705-07.
- Kishna, M., A. Hanemaaijer, E. Rietveld, T. Bastein, R. Delahaye, en N. Schoenaker. 2019. 'Doelstelling circulaire economie 2030 - Operationalisering, concretisering en reflectie.' PBL-rapport 3551.
- Krul, L., M. Meima, H. Buist, E. Verheij, T. Slaghek, B. Schaddelee-Scholten, H. Cnossen, en C. van den Berg. 2018. 'Potentie van mitigatiemaatregelen in de oud papier-en-kartonketen (OPK) ter reductie van minerale-oliemigratie naar voeding.'
- Kummer, B. 2020. 'Die neue Datenbank der ECHA', *MÜLL und ABFALL*.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. 2016. 'HBCDD in EPS/XPS waste in the Netherlands - Inventory of size and value.'
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. 2018. 'Safe Chemical Innovation Agenda - towards a research agenda for safe chemicals, materials and products.'
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. 2019. "Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2019-2023." In: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. 2020. "EU stoffendatabase." In, edited by Duurzame Leefomgeving en Circulaire Economie.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, en RIVM. 2019. 'Safe-by-Design'. [www.safe-by-design-nl.nl](http://www.safe-by-design-nl.nl).
- Ökopol, RIVM, Risk & Policy Analysts (RPA), en Milieu Ltd. 2017. 'Study for the strategy for a non-toxic environment of the 7th Environment Action Programme.'
- Oomen, A.G., en G.M.d. Groot. 2016. 'Beoordeling gezondheidsrisico's door sporten op kunstgrasvelden met rubbergranulaat.' RIVM rapport 2016-0202.
- Pivnenko, K. 2016. 'Waste material recycling: Assessment of contaminants limiting recycling', Department of Environmental Engineering, Technical University of Denmark (DTU).
- PolyStyreneLoop. 2020. 'Newsletter In the Loop'.
- Potting, J., A. Hanemaaijer, R. Delahaye, J. Ganzevles, R. Hoekstra, en J. Lijzen. 2017a. 'Circulaire economie: wat we willen weten en kunnen meten. Systeem en nulmeting voor monitoring van de voortgang van de circulaire economie in Nederland.'
- Potting, J., M. Hekkert, E. Worrell, en A. Hanemaaijer. 2017b. "Circular economy: Measuring innovation in the product chain." In, edited by Netherlands Environmental Assessment Agency (Planbureau voor de Leefomgeving) PBL.
- Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur. 2020. 'Greep op Gevaarlijke Stoffen.'
- Rijkswaterstaat. 2018. 'Handreiking Risicoanalyse ZZS in afvalstoffen.'
- Rijkswaterstaat. 2019a. 'Landelijk Afvalbeheerplan 3'. <https://lap3.nl/>.
- Rijkswaterstaat. 2019b. 'LAP3 B14: Zeer zorgwekkende stoffen'. <https://lap3.nl/beleidskader/deel-b-afvalbeheer/b14-zeer/>.
- Rijkswaterstaat. 2019c. 'Pilot beziensvergunningen: eindrapport onderzoek en resultaten'.
- Rijkswaterstaat. 2020. 'Landelijk Meldpunt Afvalstoffen: Wet- en regelgeving afval'. <https://www.lma.nl/onderwerpen/omgevingsdiensten/wet-regelgeving/>.



- RIVM. 2019. 'Identificatie Zeer Zorgwekkende Stoffen'.  
<https://rvs.rivm.nl/stoffenlijsten/Zeer-Zorgwekkende-Stoffen/Identificatie-Zeer-Zorgwekkende-Stoffen>.
- Rood, T., en M. Kishna. 2019. 'Circulaire economie in kaart.'
- Secretariat of the Stockholm Convention. 2020. 'Global Monitoring Plan'.  
<http://chm.pops.int/Implementation/GlobalMonitoringPlan/Overview/tabid/83/Default.aspx>.
- Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat. 2018. 'Kamerstuk; betreffend Gezondheid en Milieu, Milieubeleid.' kst-28663-71.
- The Global E-waste Statistics Partnership. 2020. 'Global E-waste Monitor Statistics'. <https://globalewaste.org/>.
- United Nations Environment Programme. 2019. 'Stockholm Convention'.  
<http://www.pops.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx>.
- van Bruggen, A.R., E. Dekker, en S.L. Waaijers-van der Loop. 2019. 'Plastic Pact Nederland - de Monitor Nulmeting (2017-2018)'. RIVM rapport 2019-0211.
- van de Ven, B., S. Fragki, J.D. te Biesebeek, A.G. Rietveld, en P.E. Boon. 2017. 'Mineral oils in food; a review of toxicological data and an assessment of the dietary exposure in the Netherlands.' RIVM rapport 2017-0182.
- van den Camp, Y. 2008. 'Ketenproject EPS - Quick scan ketenbeheer EPS in de bouw'.
- van der Maas, C., P. Ruysenaars, en E. Rijksen. 2019. 'Grondstoffen Informatie Systeem (GRIS) Verkenning.' RIVM rapport 2019-0206.
- van der Meer, M., C. Wildeboer, en B. Mensink. 2017. 'Evaluatie uitvoeringspraktijk stoffenbeleid: verkennend onderzoek.'
- vaste commissie voor Infrastructuur en Waterstaat. 2020. 'Zicht op chemische stoffen sterktes en zwaktes in het Nederlandse en Europese beleid.' 2020Z21260/2020D45433.
- Verschoor, A.J., C.W.M. Bodar, en R.A. Baumann. 2018. 'Verkenning milieueffecten rubbergranulaat bij kunstgrasvelden.' RIVM rapport 2018-0072.
- Wassenaar, P.N.H., N. Janssen, L.R.M. de Poorter, en C.W.M. Bodar. 2017. 'Substances of very high concern and the transition to a circular economy: An initial inventory.' RIVM rapport 2017-0071.
- Wettenbank Overheid. 2019. 'Activiteitenbesluit milieubeheer'.  
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/2019-10-01>.



## Lijst van veelvoorkomende begrippen en afkortingen

### **Biomassa**

Alle typen van biotische materie van plantaardige of dierlijke origine. Zowel schone als 'vervulde' monostromen en mengstromen, bijvoorbeeld uit de land- of bosbouw of groente-, tuin-, en fruitafval.

### **Biosfeer of biologische cyclus**

Materialen en producten in de biosfeer kunnen uiteindelijk biologisch afbreken. Producten die door hun toepassing gebruikt worden of slijten komen in de biosfeer terecht, inclusief daarin mogelijk aanwezige ZZS. Wanneer producten die onvermijdelijk gebruikt worden ontworpen zijn om (uiteindelijk) veilig af te breken in de biosfeer, dan ontstaan er nieuwe grondstoffen voor de biologische cyclus. Wanneer dit niet het geval is, vindt er vervuiling van de biologische systemen plaats.

### **CE - Circulaire economie**

Een economisch systeem waarin productie en consumptie zijn gebaseerd op het hergebruiken van producten en hun onderdelen, het recyclen van materialen, en duurzame winning van alsnog benodigde grondstoffen. Er wordt daarom gesproken over gesloten levenscycli.

### **Circulariteitsstrategieën**

Strategieën om grondstoffengebruik te verminderen. Er zijn verschillende circulariteitsstrategieën met hogere en lagere vermindering van de milieudruk van grondstofwinning en materiaalproductie. Een bekende hiërarchie is de R-ladder welke bestaat uit *Refuse en Rethink* (R1), *Reduce* (R2), *Reuse* (R3), *Repair en Remanufacture* (R4), *Recycle* (R5) en *Recover* (R6) (Rood en Kishna 2019). *Recover* is verbranding met energierecuperatie. Voor producten binnen de biocyclus speelt *Recover* een belangrijke rol omdat verwerkingsprocessen zoals vergisting, waarbij terugwinning van energie en voedingsstoffen plaatsvindt, hieronder wordt ingedeeld (Rood en Kishna 2019).

**CMR-stoffen** - kankerverwekkende, mutagene en reprotoxische stoffen. De criteria voor het indelen van stoffen als CMR zijn vastgelegd in Annex I van de CLP Verordening (EG 1272/2008). De indeling wordt gedaan door de producent of importeur van een stof, of door wetenschappelijke comités. CMR-stoffen zijn zeer zorgwekkende stoffen. Zie ook ZZS.

### **ECHA - European Chemicals Agency**

Europees Agentschap voor chemische stoffen in Helsinki. Het is het centrale orgaan voor uitvoering van de Europese REACH-verordening, de CLP Verordening, de Biociden Verordening en de PIC Verordening. Ook speelt ECHA een belangrijke rol bij de *Chemical Agents Directive*, de *Carcinogens and Mutagens Directive*, de Kaderrichtlijn Afvalstoffen en de POP-Verordening. ECHA beheert voor o.a. REACH de bijbehorende data over stoffen.

### **Essential Use** –Essentieel gebruik

Toepassing die als essentieel wordt gezien voor gezondheid, veiligheid of andere maatschappelijke belangen. Het concept wordt ook toegepast in het Montreal Protocol voor het uitfaseren van stoffen die de ozonlaag aantasten. ZZS kunnen noodzakelijk zijn in een toepassing vanwege de specifieke functionaliteit van de stof en het gebrek aan alternatieven. Er zijn nog geen criteria voor wanneer toepassing van stoffen essentieel zijn. Binnen verschillende gremia, waaronder REACH en de Europese *Chemical Strategy for Sustainability*, worden de criteria voor wanneer een gebruik als essentieel kan worden aangemerkt verder gedefinieerd (CARACAL 2020; European Commission 2020).

### **Gebruik**

Onder de levensfase gebruik beschouwen we binnen het monitoringsraamwerk zowel gebruik als verbruik van producten. Binnen gebruik valt in dit kader ook inkoop en hergebruik.

### **Hergebruik**

Hergebruik betreft het opnieuw gebruiken van producten en hun onderdelen zonder dat ze drastisch in vorm of samenstelling veranderen. Zie ook recycling.

### **ICER** - Integrale Circulaire Economie Rapportage

De ICER is onderdeel van het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie 2019 – 2023. Het werkprogramma bestaat uit vijf onderdelen: Rapportages, Transitie-monitoring, Effectmonitoring, Scenario's en modellering en Beleidsevaluaties. De monitoring van ZZS in een CE valt onder de Effectmonitoring.

### **Keten of levenscyclus**

De keten is het volledige proces van het winnen van grondstoffen, het maken van materialen, en via eventuele verbouwing en halffabricaten tot (eind)producten en vervolgens het naar gebruikers en verwijderaars of verwerkers. Een keten of levenscyclus is van wieg-naar-graf (*cradle-to-grave*). Bij een gesloten levenscyclus is er sprake van circulariteit.

### **LAP(3)** - Landelijk afvalbeheerplan

Het Landelijk afvalbeheerplan is het beleidskader voor afval in de CE in Nederland. Het LAP bestaat uit een beleidskader en sectorplannen. Alle overheden moeten bij de uitvoering van hun taken op het gebied van afval rekening houden met het LAP. Op 28 december 2017 is het derde LAP (LAP3) in werking getreden.

### **Legacy-stoffen**

Letterlijk: erfenis stoffen.

Stoffen (ZZS) die verboden zijn in nieuwe producten maar nog aanwezig zijn in producten die in omloop zijn en dus ook in afvalstromen.

### **Lineaire economie**

Economie waarin continu nieuwe grondstoffen moeten worden gewonnen voor het produceren van nieuwe materialen om nieuwe producten te maken die na gebruik worden vernietigd.

### **Materiaal**

Materialen zijn van natuurlijke of kunstmatige oorsprong en zo bewerkt dat deze bestemd zijn om verwerkt te worden tot bruikbare producten.

### **Middelen en activiteiten**

Middelen en activiteiten zijn twee onderdelen uit proces- en effectmonitoring, die kijken naar de aanpak en uitvoering van een transitieproces. Hierna volgen de prestaties (beleidsresultaten) en effecten. Zie ook Prestaties en effecten.

### **POP - Persistent Organic Pollutants.**

POPs zijn stoffen met een potentie voor verspreiding over grote afstand en persistentie in het milieu, voor ophoping in ecosystemen en met significante negatieve effecten op gezondheid van mensen en op milieu. Het begrip wordt gebruikt in internationale regelgeving en afspraken, zoals in het Verdrag van Stockholm van de Verenigde Naties. Alle POP-stoffen zijn ZZS.

### **Prestaties en effecten**

Prestaties en effecten zijn twee onderdelen uit proces- en effectmonitoring, die kijken naar de beleidsresultaten en de effecten daarvan in relatie tot de beleidsdoelen en mogelijke trade-offs. Hieraan gaan de aanpak en uitvoering van een transitieproces vooraf. Zie ook Middelen en activiteiten.

### **Prioritaire ZZS-houdende stromen**

In dit rapport wordt gesproken over prioritaire ZZS-houdende stromen. Hierbij gaat het over stromen die ZZS bevatten die als belangrijk zijn gewaarmerkt in het kader van ZZS in een CE. Dit zijn expliciet niet stoffen of stromen die geprioriteerd zijn op basis van bijvoorbeeld schadelijkheid van de aanwezige ZZS of omvang van de stroom.

### **Producten**

Producten zijn finale voortbrengselen (eindproducten) van de industrie en commerciële sector voor gebruik (of verbruik) door gebruikers.

### **Productie**

De levensfase productie beslaat binnen het monitoringsraamwerk de bewerking van (secundaire) grondstoffen tot materialen en het maken van producten. Hieronder vallen in dit kader ook het ontwerp van de producten, substitutie van ZZS en preventie van nieuwe productie (*refuse, rethink en reduce*).

### **REACH - Registration, Evaluation, Authorization and restriction of Chemicals**

De REACH-verordening uit 2006 (EG 1907/2006) bevat voorschriften voor de registratie en regulering van de productie en import van stoffen in de EU. Vanuit de REACH-verordening kunnen er restricties of een autorisatieplicht op het gebruik van stoffen worden opgelegd. Zie ook SVHC.

### **Recycling**

Terugwinnen van materialen uit afgedankte producten (secundaire materialen), en opnieuw inzetten hiervan voor het maken van

producten. Bij recycling verandert doorgaans de vorm en structuur van een materiaal. Wanneer producten een hogere waarde hebben dan het primaire materiaal wordt dit *up-cycling* genoemd. Wanneer het secundaire materiaal door vervuiling of mixen van mindere kwaliteit is dan primair materiaal wordt dit ook wel *down-cycling* genoemd.

**Regrettable substitution** – letterlijk: spijtige substitutie

Vervanging van een vanwege zijn eigenschappen ongewenste stof door een andere stof die (mogelijk) ook ongunstige eigenschappen heeft.

### **Risico**

In de toxicologie komt risico voort uit gevaar en blootstelling. Hoe groot een risico van chemische stoffen is, hangt af van de (toxische) eigenschappen van de stof én in hoeverre mens en milieu ermee in aanraking komen. In dit rapport is dat versimpeld tot 'aanwezigheid' en 'blootstelling', omdat het rapport zich richt op ZZS.

### **Safe-by-design**

Het *Safe-by-Design* concept beoogt dat veiligheid van materialen, producten en processen voor mens en milieu al zo veel mogelijk in de ontwerpfase wordt meegenomen. Het concept *Safe-by-Design* wordt ook verbreed naar meer integrale afwegingen binnen duurzaamheid en/of circulariteit als *Safe en Sustainable-by-Design* of *Safe en Circulair-by-Design*.

**SCIP-database** - Substances of Concern In articles as such or in complex objects (Products)

De SCIP-database is ontwikkeld in het kader van de Kaderrichtlijn Afval (en het Europese Waste Framework Directive). Het beheer van de database is ondergebracht bij ECHA. De SCIP-database heeft tot doel de kennis van gevaarlijke chemicaliën in voorwerpen en producten gedurende hun hele levenscyclus – met inbegrip van de afvalfase – te vergroten. Vanaf januari 2021 geldt een meldplicht voor bedrijven.

### **Stofgroepen (ZZS-groepen)**

Stofgroepen zijn groepen (zeer zorgwekkende) stoffen die op basis van chemische of functionele kenmerken verwant zijn.

### **Stromen**

Stromen zijn materiaal-, product- en/of afvalstromen die rondgaan in de keten.

**SVHC** - Substances of Very High Concern.

SVHCs zijn stoffen die in het REACH-kader als zodanig zijn aangemerkt op basis van criteria uit artikel 57 van REACH. Het verschil tussen de SVHC-lijst en de Nederlandse ZZS-lijst is dat SVHC in Europa door ECHA worden vastgesteld op basis van een dossier dat door lidstaten of ECHA wordt ingediend. Dit is een proces dat een aantal jaren in beslag neemt. Voor artikelen waarin SVHCs zijn verwerkt geldt een informatieplicht aan afnemers (en consumenten op verzoek) en voor het gebruik van deze stoffen in artikelen geldt tevens een meldingsplicht aan ECHA. Voor SVHCs die in bijlage XIV van REACH zijn opgenomen geldt een autorisatieplicht.

### **Technosfeer of technologische cyclus**

De technosfeer is de cyclus waarin materialen als plastics, metalen en synthetische chemicaliën worden gecirculeerd. Producten in de technosfeer kunnen door middel van mechanische of chemische verwerking in omloop blijven in de technosfeer en zo hun waarde behouden. In een CE komen materialen uit de technologische cyclus niet terug in de biosfeer.

### **Vervuiling**

De term vervuiling kan verschillende betekenissen hebben, maar in essentie gaat het om (ongewenste) substantie of activiteit in een systeem. Vervuiling kan daarbij gaan om verontreiniging van de leefomgeving of de biosfeer, zoals bijvoorbeeld bij milieuvervuiling. In de technosfeer wordt de term vervuiling gebruikt om ongewenste of onnodige bestanddelen in producten te benoemen. Bij recycling kan dit door onder andere mengen van zuivere en minder zuivere stromen optreden.

### **Verwerking**

Verwerking is binnen het monitoringsraamwerk de stap in de keten waarin producten na gebruik verwerkt worden tot secundaire grondstoffen of terugvloeien naar de biosfeer.

### **ZZS - Zeer zorgwekkende stoffen**

Stoffen die gevaarlijk zijn voor mens en milieu, omdat ze bijvoorbeeld kankerverwekkend zijn, de voortplanting belemmeren of zich in de voedselketen ophopen. 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. De Nederlandse overheid pakt ZZS met voorrang aan. Bedrijven zijn verplicht hun lozingen en uitstoot van ZZS naar lucht en water te voorkomen, of als dat niet haalbaar is, de emissies zoveel mogelijk te beperken (minimalisatieverplichting). Zie ook REACH en SVHC.





## Bijlage 1 Geconsulteerde experts

### **Experts RIVM:**

Vanuit de volgende RIVM centra zijn experts geraadpleegd:

- Centrum Veiligheid van Stoffen en Producten (VSP)
- Centrum Duurzaamheid, Milieu en Gezondheid (DMG)
- Centrum Milieukwaliteit (MIL)
- Centrum Zoönosen en Omgevingsmicrobiologie (Z&O)
- Centrum Voeding, Preventie en Zorg (VPZ)

### **Externe experts:**

De volgende organisaties waren vertegenwoordigd:

- Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA)
- TNO
- Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO)
- Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT)
- SGS Intron
- Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (Rli)
- Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)
- Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied
- Rijkswaterstaat (RWS)
- Wageningen University & Research
- Universiteit Utrecht
- Vrij Universiteit Amsterdam
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
- Europees Agentschap voor chemische stoffen (ECHA)

## Bijlage 2 Inventarisatie potentiële indicatoren

Tabel 2 Indicatoren gegroepeerd en ingedeeld in de matrix. *Schuingedrukt = Middelen en activiteiten, onderstreept = prestatie en effecten*

Groepen	Wel	Niet
Aanwezigheid ZZS - afvalstromen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Inzicht op aanwezige ZZS in producten en daarmee in afval (disposal, niet recycling)</u></li> <li>• <u>Monitoren ZZS in specifieke afvalstromen</u></li> </ul>	
Aanwezigheid ZZS - secundaire stroom	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>ZZS aanwezig in gerecyclede (of op andere manier hergebruikte) producten (aantal en volumes)</u></li> <li>• <u>Restconcentraties ZZS in materiaalstromen na terugwin-processen</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aandeel gerecyclede (of op andere manier hergebruikte) producten dat ZZS bevat, ten opzichte van gerecyclede producten die geen ZZS bevatten (ratio)</u></li> </ul>
Aanwezigheid ZZS - technosfeer <sup>6</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>ZZS (aantal en volumes) aanwezig in bestaande voorraad producten en materialen</u></li> <li>• <u>Toename van additief x in productgroep y</u></li> <li>• <u>Ton ZZS geproduceerd in EU</u></li> <li>• <u>ZZS (aantal en volumes) aanwezig in geïmporteerde producten</u></li> <li>• <u>ZZS (aantal en volumes) aanwezig in nieuwe producten</u></li> <li>• <u>ZZS gebruik per sector (volumes)</u></li> <li>• <u>ZZS in product/ materiaal/ sector/ totaal (technosfeer)</u></li> <li>• <u>Verhoging concentratie ZZS in keten</u></li> <li>• <u>Percentage nieuwe producten dat ZZS bevat</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Vermindering van ZZS in omloop van een bepaalde keten (ratio)</u></li> </ul>
Consumenten(gedrag)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Initiatieven om consumenten te informeren over (afwezigheid van) ZZS in (gerecyclede) materialen en producten</u></li> </ul>	
Informatie in de keten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aantal initiatieven voor behoud van informatie over materiaal en stoffen door de keten (bijvoorbeeld materiaalpaspoorten), met focus op zowel circulariteit als veiligheid van stoffen</u></li> <li>• <u>Aantal materiaalpaspoorten met ZZS informatie dat in omloop is</u></li> <li>• <u>Beschikbare middelen om ketenmonitoring voor ZZS te realiseren</u></li> <li>• <u>Labelen van artikelen met ZZS</u></li> <li>• <u>Hoeveelheid bedrijven die transparant zijn over de samenstelling van producten</u></li> <li>• <u>Labelen van producten over veiligheid bij primaire en secundaire toepassing</u></li> </ul>	

Aanwezigheid

<sup>6</sup> Indicatoren gericht specifieke materiaalstromen: *Aanwezigheid van PFAS in papier; Hoeveelheid gebruikte broomhoudende brandvertragers in elektronica afval; Hoeveelheid ZZS in landbouwplastic; Ton gebruik ZZS in plastic sector in EU uitgesplitst naar type product; Ton gebruik ZZS in textiel sector*

Groepen	Wel	Niet
Inkoop	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aantal aanbestedingen waarbij aanwezigheid ZZS in hele keten is meegewogen</u></li> <li>• <i>Contracten met leveranciers met borging veilig gebruik en hergebruik</i></li> <li>• <i>Inkoop ZZS in loop van de tijd</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aandacht bij inkopen voor Safe en Circulair by Design</i></li> </ul>
Kennisdeling en samenwerking	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ontwikkelen gezamenlijke kennisinfrastructuur bij bedrijven (o.a. vanuit overheid, green deals, vrijwillige labels)</i></li> <li>• <i>Aandacht voor ZZS in onderwijs</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Mate / aantal keer waarin ketenpartijen betrokken worden bij het ontwerp van het proces met zo min mogelijk ZZS</i></li> </ul>
Ontwerp en innovatie (Inc. Substitutie)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aandeel van jaarrapporten waarin activiteiten gericht op ZZS als onderdeel van veilig en circulair ontwerp expliciet worden genoemd</i></li> <li>• <u>Beschikbare alternatieven / substituties voor ZZS</u></li> <li>• <i>Beschikbare overheidsmiddelen om Safe en Circular-by-Design te stimuleren/faciliteren</i></li> <li>• <i>Investerings van bedrijven in Safe en Circular-by-Design</i></li> <li>• <i>Ontwikkeling van onafhankelijke Safe en Circular-by-Design programma's, onderwijs, en criteria</i></li> <li>• <i>Safe en Circular-by-Design doelstellingen in bedrijfsjaarplannen</i></li> <li>• <u>ZZS-dynamiek in kaart brengen: massa flows en verandering in portfolio (hoe snel worden oude ZZS vervangen door alternatieven) (ratio)</u></li> </ul>
Recycling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aantal toegepaste recyclingmethodes waarbij verantwoord behouden van ZZS in de materiaalstroom wordt geborgd</i></li> <li>• <i>Wettelijke verplichtingen voor reductie ZZS in gerecycled materiaal</i></li> <li>• <i>Hoeveelheid ZZS die worden gerecycled</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aantal toegepaste recyclingmethodes met een focus op verwijdering van ZZS</i></li> <li>• <i>Beschikbare middelen om recyclingmethodes die ZZS verwijderen te stimuleren</i></li> </ul>

	Groepen	Wel	Niet
Blootstelling			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Verwijderde ZZS tijdens recycling (aantal en volumes)</u></li> </ul>
	Status stoffen / stofeigen-schappen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Essentieel gebruik van ZZS (zoals bij PFAS)</u></li> <li>• <u>Aantal ZZS op de lijst van het Besluit Bodemkwaliteit</u></li> <li>• <u>Hoeveelheden Autorisatie- en registratiedossiers in REACH</u></li> <li>• <u>Periodieke analyse van informatie in de EU database (Kaderrichtlijn Afval/REACH SCIP-database)</u></li> <li>• <u>Aantal nieuwe REACH registraties en PPORD-kennisgevingen</u></li> <li>• <u>Aantal stoffen met ZZS-verdenking met onvoldoende informatie in de REACH-registratie</u></li> </ul>	
	Aanwezigheid ZZS - mens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Verandering in blootstelling van werknemers aan ZZS</u></li> <li>• <u>Gemodelleerde blootstelling aan ZZS</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Gehalte van die ZZS in bloed en/of urine (humane biomonitoring) bij werkers in een aan CE gerelateerd bedrijf in relatie tot gehalte van diezelfde ZZS in controlegroep (algemene bevolking) (ratio)</u></li> </ul>
	Aanwezigheid ZZS - omgeving <sup>7</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Gemeten verandering in concentratie ZZS in binnenlucht, buitenlucht, bodem en water</u></li> <li>• <u>Verandering in blootstelling van milieu aan ZZS in omgeving productielocatie.</u></li> <li>• <u>Biomonitoring ZZS</u></li> </ul>	
	Effecten en risico's	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aantal ongevallen of ziektelast gerelateerd aan ZZS</u></li> <li>• <u>Potentieel biodiversiteitsverlies door emissies ZZS</u></li> <li>• <u>Potentieel verloren levensjaren door blootstelling aan ZZS</u></li> </ul>	
	Emissies <sup>8</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aantal vergunningen met ZZS</u></li> <li>• <u>Emissie van ZZS tijdens (eerste en volgende) recyclingfasen</u></li> <li>• <u>Emissie van ZZS tijdens gebruiksfase door consumptie of slijtage</u></li> <li>• <u>Emissie van ZZS tijdens productiefase</u></li> <li>• <u>Emissies van ZZS tijdens hele materiaalflow (verschillende voorziene materiaalcycli)</u></li> </ul>	

<sup>7</sup> Indicator gericht specifieke materiaalstromen: *Onderzoeksrapporten en literatuur over monitoring ZZS in papier- en karton en blootstelling milieu, werker en consument bij hergebruik*

<sup>8</sup> Indicator gericht specifieke materiaalstromen: *Vorming van microplastics vanuit producten*

Groepen	Wel	Niet
Inkoop		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aandacht bij inkopen voor borging veilige recycling en hergebruik na gebruik</i></li> </ul>
Ontwerp en innovatie (incl. Substitutie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Mate waarin aandacht is voor risicomanagement technieken en/of reversibiliteit bij CE toepassingen met ZZS</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aantal nieuwe innovaties om ZZS blootstelling te verminderen tijdens gebruiksfase</i></li> <li>• <i>Technische mogelijkheden om ZZS in productie en blootstelling te verminderen</i></li> </ul>

## Bijlage 3 Uitwerking kernvragen validatiecasus piepschuim

## UITWERKING VALIDATIECASUS PIEPSCHUIM – RELEVANTE VRAGEN TBV MONITORING

		Aanwezigheid	Blootstelling	
Productie	Wel	<p><b>Zijn er ZS aanwezig bij productie?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>In welke hoeveelheid zijn ZS aanwezig? N.v.t</li> <li>Wat is de functie in proces? <a href="#">Vlamvertrager</a></li> <li>Is er regelgeving over? <a href="#">verbod voor nieuwe producten, max concentratie in gerecycled EPS</a></li> <li>Is er sprake van essentiële toepassing? <a href="#">Nee</a></li> </ul>	<p><b>Is er blootstelling aan ZS bij productie (mogelijk)?</b> <a href="#">Nee, geen productie</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Komen er emissies vrij naar het milieu (vergunningen)?*</li> <li>Worden werknemers blootgesteld?</li> </ul>	
	Niet	<p><b>Wordt aanwezigheid in producten vermeden?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zijn er substituten voor de ZS? <a href="#">Ja, Polymeric Fr</a></li> <li>Zijn er alternatieven voor producten? <a href="#">ja</a></li> <li>Zijn er Safe-by-Design of keten initiatieven? <a href="#">Producenten passen inmiddels alternatieve vlamvertragers toe.</a></li> </ul>	<p><b>Wordt blootstelling bij productie vermeden?</b> <a href="#">N.v.t.</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wordt blootstelling verminderd door end-of-pipe maatregelen?</li> <li>Is er informatie over veilig werken met de ZS?</li> </ul>	
Gebruik	Wel	<p><b>Zijn er ZS aanwezig in het product / bij gebruik?</b> <a href="#">Ja, legacy</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>In welke hoeveelheid zijn ZS aanwezig? <a href="#">Isolatie EPS (productie 1975-2015) bevat 0,7% HBCDD</a></li> <li>Zijn de producten gelabeld / materiaal-paspoorten? <a href="#">Nee, informatie gaat verloren</a></li> <li>Worden consumenten geïnformeerd? <a href="#">Nee</a></li> </ul>	<p><b>Is er blootstelling aan ZS bij het gebruik (mogelijk)?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Is er emissie door gebruik (slijtage, uitloging etc)? <a href="#">Niet verwacht op basis van toepassing als isolatiemateriaal</a></li> </ul>	
	Niet	<p><b>Wordt aanwezigheid bij gebruik vermeden?</b> <a href="#">N.v.t.</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wordt door inkoop / aanbesteding het gebruik gereguleerd / verminderd?</li> </ul>	<p><b>Wordt blootstelling bij gebruik vermeden?</b> <a href="#">N.v.t.</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zijn er innovaties om blootstelling te verminderen?</li> <li>Zijn er contracten met leveranciers over veilig gebruik?</li> </ul>	
Verwerking	Wel	<p><b>Zijn er ZS aanwezig bij de recycling?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>In welke hoeveelheid zijn ZS-houdende stromen aanwezig? <a href="#">1.500 ton EPS/XPS afval in 2025, ca. 5.500 ton in 2035. Vanaf 2050 ca. 20.000 ton en rond 2065 ca 50.000 ton/jaar.</a></li> <li>Wordt het product gerecycled? <a href="#">Plant in aanbouw</a></li> <li>Zijn er recyclingmethoden die veilig omgaan met ZS? <a href="#">N.v.t. (verwijdering ZS)</a></li> </ul>	<p><b>Is er blootstelling aan ZS bij de recycling (mogelijk)?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Komen er emissies vrij naar het milieu (vergunningen)? <a href="#">Onbekend (broom wordt herwonnen in het proces)</a></li> <li>Worden werknemers blootgesteld? <a href="#">Onbekend</a></li> </ul>	
	Niet	<p><b>Wordt aanwezigheid in recycelaat vermeden?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zijn er recyclingmethoden die ZS verwijderen? <a href="#">Ja, solvolyse. HBCD wordt vernietigd in het recyclingproces, Broom wordt teruggewonnen</a></li> <li>Zijn er wettelijke verplichtingen voor ZS in recycelaat? <a href="#">ja</a></li> </ul>	<p><b>Wordt blootstelling vermeden?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wordt blootstelling verminderd door end-of-pipe maatregelen? <a href="#">Onbekend</a></li> <li>Is er informatie over veilig werken met ZS? <a href="#">(&gt;1000 ppm HBCD moet EPS apart ingezameld)</a></li> <li>Worden er risicoanalyses (bv LAP3) uitgevoerd? <a href="#">N.v.t.</a></li> </ul>	
Gehele keten	Wel	<p><b>Zijn er ZS aanwezig?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>In welke hoeveelheid zijn ZS aanwezig? <a href="#">hoeveelheid aanwezig HBCDD wordt bepaald door de voorraad aan EPS/XPS geproduceerd en toegepast tussen 1975 en 2016.</a></li> <li>Zijn er (middelen voor) keteninitiatieven en materiaalpaspoorten? <a href="#">Onbekend</a></li> </ul>	<p><b>Is er blootstelling aan ZS (mogelijk)?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>In welke hoeveelheden zijn ZS in het milieu aanwezig? <a href="#">Voor niet-beroepshalve blootgestelde personen zijn de voornaamste blootstellingsroutes aan HBCD via de voeding (vooral vis) en via inademen van binnenhuislucht en stof. HBCD is ook aanwezig in moedermelk.</a></li> </ul>	
	Niet	<p><b>Wordt aanwezigheid vermeden?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Is er (internationale) regulering over gebruik van ZS? <a href="#">Ja, verbod op HBCD</a></li> <li>Is er aandacht voor ZS in CE in onderwijs? <a href="#">Onbekend</a></li> </ul>	<p><b>Wordt blootstelling vermeden?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Is er (internationale) regulering over blootstelling aan ZS? <a href="#">Onbekend</a></li> </ul>	

Figuur 14 Uitwerking validatiecasus piepschuim - relevante vragen ten behoeve van de monitoring



**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*