



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

## **Einde-afval bij afvalwater en bouwstoffen**

Mogelijkheden om hergebruik te stimuleren binnen de  
circulaire economie

RIVM Briefrapport 607710004/2014  
J. Spijker | E. van der Grinten



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

## **Einde-afval bij afvalwater en bouwstoffen**

Mogelijkheden om hergebruik te stimuleren binnen de  
circulaire economie

RIVM Briefrapport 607710004/2014  
J. Spijker | E. van der Grinten

## Colofon

© RIVM 2014

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.

Job Spijker (Onderzoeker), Centrum Milieukwaliteit MIL-IBW  
Esther van der Grinten (Onderzoeker), Centrum Milieukwaliteit MIL-MBW

Contact:  
Job Spijker  
M&V/MIL/IBW  
job.spijker@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu, DGMI, in het kader van M/607710 Kennisontwikkeling Preventief Beleid

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

## Voorwoord

Dit rapport is het eerste RIVM briefrapport dat verschijnt naar aanleiding van de nieuwe ambities van dit kabinet op het gebied van Groene Groei en "van afval naar grondstof". Eenvoudige vragen hoe bestaande regels zoals einde afval-criteria passen in deze nieuwe ambitie blijken een minder eenvoudig antwoord te krijgen. De transitie naar een meer circulaire economie, het doel van Groene Groei, maakt dat kleine onderdeeljes, zoals einde-afval, gezien moeten worden als een onderdeel van een groter systeem. In dit rapport hebben wij op eenvoudige wijze geprobeerd een systeembenadering voor dergelijke vraagstukken op te zetten. Tijdens het opstellen van deze benadering hebben we veel discussie gevoerd met collega's van binnen en buiten het RIVM. Deze discussies hebben onze benadering vorm kunnen geven. Wij willen dan ook graag Gabriëlle Kühn, Leo Posthuma, George Stobbelaar en Michiel Zijp bedanken voor hun bijdrage.

Bilthoven 2014

Job Spijker  
Esther van der Grinten

## Publiekssamenvatting

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu wil duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen stimuleren, evenals het hergebruik daarvan. Terugwinnen van grondstoffen uit bijvoorbeeld afval moet voorkomen dat bronnen uitputten, de afhankelijkheid van voorzieningen verminderen en energie besparen. Het RIVM onderzoekt momenteel wat beleidsmatig nodig is om hergebruik van afvalwater te stimuleren. Hiervoor is beleid voor het hergebruik van bouwstoffen als voorbeeld gebruikt.

Om een grondstof of product uit afval te kunnen maken, is het nodig dat wettelijk het etiket 'afval' van het materiaal wordt gehaald. De afvalstroom moet hiervoor eerst aan veiligheids- en technische eisen voldoen die garanderen dat er geen onacceptabele risico's aan het hergebruik van afval kleven voor mens en milieu. Deze criteria worden einde-afvalcriteria genoemd (of End of Waste-criteria).

Een van de grootste afvalstromen in Nederland is het materiaal dat vrijkomt bij bouw- en sloop activiteiten. Veel van dit afval wordt verwerkt en weer geschikt gemaakt voor gebruik – momenteel 95 procent. Voor het steenachtige bouw- en sloopafval is een formele einde-afvalregeling in de maak.

Binnen de afvalwaterketen worden veel initiatieven ontplooid om hergebruik te bevorderen, bijvoorbeeld van fosfaat en cellulose uit afvalwater. Er blijken echter enkele beperkende omstandigheden zijn. Zo is er geen duidelijk beleid voor hergebruik van afvalwater; het beleid is tot nu toe geënt op waterkwaliteit. Ook wordt niet beleidsmatig gestimuleerd dat afvalwater wordt hergebruikt waardoor dat niet structureel plaatsvindt; bij bouwstoffen is dat wel het geval. Ook is niet duidelijk welke producten ermee kunnen worden gemaakt. Dit maakt het moeilijker om einde-afvalcriteria op te stellen. Het RIVM hoopt dichter bij oplossingen te komen door de komende tijd enkele praktijkvoorbeelden nader te onderzoeken.

## Abstract

The Dutch Ministry of Infrastructure and the Environment wants to promote the sustainable use and reuse of natural resources. The recovery of raw materials from waste, for instance, can help prevent resource depletion, reduce dependence on supplies, and save energy. The Dutch National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) is currently studying possible policy measures for promoting the reuse of wastewater. Existing policy on the reuse of building materials has been used as a model.

Waste materials must be reclassified (i.e. no longer legally labelled as 'waste') before they can be converted into raw materials or products. This means that the relevant waste stream must meet specific safety and technical requirements to ensure that its reuse does not result in unacceptable risks to human health or the environment. These requirements are referred to as 'end-of-waste' criteria.

Materials released during construction and demolition work comprise one of the largest waste streams in the Netherlands. A large proportion of this waste stream (currently 95 percent) is processed and made suitable for reuse. Official end-of-waste criteria are currently being prepared for stony construction and demolition waste.

The wastewater chain is also developing a range of initiatives to promote reuse, e.g. by recovering phosphate and cellulose from wastewater. However, there are still some obstacles to overcome. For instance, there is no clear policy on the reuse of wastewater. Policy has been focused on water quality until recently. There are no policy measures in place to promote the reuse of wastewater. As a result, wastewater is not systematically reused as is the case with building materials. In addition, it is not clear which products can be manufactured from wastewater. This makes it more difficult to draw up end-of-waste criteria. RIVM hopes to contribute to the development of solutions by performing a number of case studies in the coming period.



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding – 11</b>
1.1	Afbakening – 12
1.2	Doel – 12
<b>2</b>	<b>Theorie – 15</b>
2.1	Circulaire economie – 15
2.2	Van lineair naar circulair: de rol van einde-afvalcriteria – 16
2.3	Het afleiden van einde-afvalcriteria bij bouwstoffen – 22
2.4	EU wettelijk kader rond afval – 24
2.5	Benadering einde-afval volgens het JRC – 26
2.6	Onderdelen van einde-afvalcriteria volgens JRC – 28
<b>3</b>	<b>Bestaand einde-afval beleid binnen de circulaire economie – 31</b>
3.1	Analyse op drie niveaus – 31
3.2	Casus steenachtige bouwstoffen – 32
3.2.1	Beschrijving afvalstroom – 32
3.2.2	Het beleidsniveau (1) – 32
3.2.3	Het sectorniveau (2) – 32
3.2.4	Het productniveau (3) – 32
3.3	Casus afvalwater – 35
3.3.1	Beschrijving afvalstroom – 35
3.3.2	Het beleidsniveau (1) – 36
3.3.3	Het sectorniveau (2) – 36
3.3.4	Het productniveau (3) – 37
<b>4</b>	<b>Synthese – 39</b>
4.1	Het beleidsniveau (1) – 40
4.2	Het sectorniveau (2) – 41
4.3	Het productniveau (3) – 43
<b>5</b>	<b>Conclusies – 49</b>
<b>6</b>	<b>Aanbevelingen – 51</b>
6.1	Algemeen – 51
6.2	Bouwstoffen – 51
6.3	Afvalwater – 51
<b>7</b>	<b>Referenties – 53</b>



## Samenvatting

In maart 2013 verscheen de kamerbrief "Groene Groei: voor een sterke, duurzame economie". Eén van de domeinen voor Groene Groei is: "Afval: van afval naar grondstof". Dit moet leiden tot een circulaire economie met daarin duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen en het stimuleren van hergebruik. Terugwinnen van grondstoffen uit bijvoorbeeld afval leidt tot waarde behoud moet uitputting voorkomen, voorzieningsafhankelijkheid verminderen en energie besparen.

Van afval naar grondstof betekent dat er een moment komt waarbij het etiket "afval" van de materiaalstroom gehaald moet worden. De afvalstroom moet dan eerst aan criteria voldoen die garanderen dat er een markt is voor het materiaal, dat het voldoet aan de technische voorschriften en dat het materiaal geen schade voor milieu en gezondheid veroorzaakt. Kortom, dat er geen sprake meer is van afval gerelateerde risico's. Deze criteria worden einde-afvalcriteria genoemd (of End of Waste criteria, EoW).

In Nederland is één van de grootste afvalstromen het materiaal dat vrijkomt bij bouw- en sloopactiviteiten. Veel van het bouw- en sloopafval wordt verwerkt en weer geschikt gemaakt voor gebruik. De aard van een deel van het steenachtige puin zoals beton, maakt recycling<sup>1</sup> relatief eenvoudig. Voor het steenachtige bouw- en sloopafval is een einde-afvalregeling in de maak, deze einde-afvalcriteria moeten een belangrijke rol gaan spelen bij de recycling binnen deze materiaalketen. Binnen de afvalwaterketen worden veel initiatieven ontplooid om de mate van recycling te bevorderen. Echter, onduidelijk is nog wat de rol van einde-afvalcriteria is voor hergebruik binnen de afvalwaterketen.

De overkoepelende beleidsvraag in dit rapport is wat de rol is van einde-afvalcriteria binnen een materiaalketen. Of meer algemeen: hoe kunnen we binnen de ambitie van grondstofwinning uit afval einde-afvalcriteria opstellen voor diverse afvalstromen? Door de twee casussen, bouwstoffen en afvalwater, met elkaar te vergelijken krijgen we inzicht in de rol van de einde-afvalcriteria.

Doel van deze studie is om aan de hand van de twee genoemde voorbeelden, bouwstoffen en afvalwater, te illustreren wat het effect is van het huidige beleid en regelgeving op het sluiten van de kringlopen.

In deze studie presenteren we een systeembenadering voor de circulaire economie. Dit is een denkmodel waarin drie niveaus worden onderscheiden: het beleids-, het sector- en het productniveau. Op het beleidsniveau wordt het algemeen beleid vastgesteld voor generieke prikkels zoals stortverbod van puingranulaat. Op productniveau wordt door middel van regels gefaciliteerd om van afval tot een product te komen, de zogenaamde einde-afvalcriteria. Het sectorniveau is het tussenliggende niveau waarin de materiaalstromen zich bevinden en waar aanbieder, afnemer en afvalverwerker elkaar moeten vinden.

Voor de bouwstoffen, vooral het steenachtige puingranulaat, wordt op het beleidsniveau een duidelijke prikkel afgegeven dat het storten van puingranulaat ongewenst is. Op productniveau zijn er de einde-afvalcriteria beschikbaar, zoals opgenomen in de aankomende regeling recycling betongranulaat. Door beide

<sup>1</sup>In dit rapport gebruiken we de termen recycling en hergebruik 'sensu lato': iedere vorm van hergebruik, recycling of nuttig toepassen van afvalstoffen valt daarmee onder deze twee termen.

beleidsmatige instrumenten ontstaat er een markt van vraag en aanbod van materialen waarbij hergebruik centraal is komen te staan. Er worden op dit moment hergebruikspercentages bereikt tot 95%.

Voor afvalwater wordt op beleidsniveau geen eenduidige prikkel afgeven. Scheiding aan de bron is een belangrijk uitgangspunt in het afvalstoffenbeleid, waaronder afvalwater. Echter het huidige (huishoud)afvalwaterbeleid is niet gericht op deze scheiding aan de bron.

Op het productniveau zijn producten, waaronder grondstoffen gewonnen uit afvalwater, nog onvoldoende ontwikkeld en zijn productcriteria nog onduidelijk of zelfs afwezig. Wat het vaststellen van einde-afvalcriteria bemoeilijkt. De initiatieven om te komen tot grondstofwinning uit afvalwater, inclusief energie, zijn daardoor ongestructureerd. Voor structureren van deze initiatieven zijn enerzijds prikkels nodig vanuit overheidsniveau en anderzijds een marktvrage naar producten (of grondstoffen) met bekende productspecificaties.

Het sectorniveau binnen het afvalwater is totaal verschillend van dat bij bouwstoffen. Bij bouwstoffen bepaalt het bedrijfsleven de materiaalstromen op het sectorniveau, bij afvalwater zijn dit de gemeenten en waterschappen. Gemeente en waterschap hebben, vanuit hun maatschappelijke rol, daarin soms tegengestelde belangen. De gemeente is gericht op het zo snel mogelijk afvoeren van overtollig water en fecaliën, het waterschap richt zich op waterbeheer en waterkwaliteit en daarbij zo efficiënt mogelijke zuivering van zo geconcentreerd mogelijk afvalwater. Daarnaast bepalen gemeente en waterschap ook het beleid wat van toepassing is op het sectorniveau.

Het rioleringsstelsel is een rigide infrastructuur voor het verplaatsen van materiaal. Dat maakt dat in de huidige situatie de rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi) de logische plaats is voor winning van grondstoffen, echter de achterliggende structuur is niet gericht op gescheiden inzameling bij de bron.

Op productniveau zijn alleen nog bij bouwproducten criteria ontwikkeld die voldoen aan einde-afvalcriteria. De einde-afvalcriteria voor puingranulaat zijn gebaseerd op zowel kwaliteitscriteria, productcriteria en milieucriteria. De milieucriteria zijn onderbouwd volgens de bron-pad-receptor risicobenadering. Een generieke benadering met in dit geval bodem en grondwater als eindpunt.

Voor het productniveau gelden, zowel bij bouwstoffen als afvalwater, de volgende algemene aandachtspunten voor de milieuhygiënische einde-afvalcriteria:

- Uitgangspunt bij einde-afvalcriteria is het product wat gemaakt wordt van de afvalstof. De technische en milieuhygiënische producteisen zijn daarbij leidend. Via proces- en kwaliteitscontrole moet vertrouwen ontstaan dat het product ook daadwerkelijk aan die producteisen kan voldoen. Per product, of productgroep, moet gekeken worden welke criteria al bestaan en of de milieuhygiënische criteria voldoende bescherming bieden. Zo niet, dan moeten aanvullende milieucriteria worden opgesteld.
- Bij het opstellen van milieuhygiënische criteria voor einde-afval is het nodig om te weten voor welke stoffen dit nodig is. Afvalstoffen kunnen meer of andere schadelijke stoffen bevatten dan ruwe grondstoffen. Kennis van de productketen (de inputstroom) is noodzakelijk om deze schadelijke stoffen te kunnen identificeren.
- Er moet inzicht zijn in de kwaliteit van de afvalstof, zowel technisch als milieuhygiënisch. Sterk wisselende kwaliteit leidt tot grotere onzekerheden in de eigenschappen van het eindproduct. Tenzij in het

productieproces rekening wordt gehouden met deze wisselende kwaliteit en leidt tot een product met een constante kwaliteit.

- Voor de emissie van, eventuele, schadelijke stoffen zou per toepassing van het product of productgroep geïnventariseerd moeten worden welke bron-pad-receptor modellen, inclusief de risicogrenzen, beschikbaar zijn.
- De onzekerheden in de emissie, het bron-pad-receptormodel, of risicogrenzen vereisen een pragmatische aanpak waarbij hergebruiksmogelijkheden voorop staan. Daarbij moet overwogen worden of de einde-afvalcriteria op basis van expert judgement of onderzoek gebaseerd moeten zijn. De expert judgement moet gebaseerd zijn op expertise op het gebied van materiaalkennis, emissiegedrag, gedrag in bodem- en grondwater, humane blootstelling, kennis over effecten en idealiter met kennisinbreng van de producent.

## 1 Inleiding

In maart 2013 verscheen de kamerbrief "Groene Groei: voor een sterke, duurzame economie". In deze brief wordt de ambitie van het kabinet voor een duurzame economische ontwikkeling uiteen gezet. Met deze ambitie wil het kabinet het concurrentievermogen van Nederland versterken en tegelijkertijd de belasting van het milieu en afhankelijkheid van fossiele energie terug dringen (Ministerie van Economische Zaken, 2013). In de brief worden acht domeinen onderscheiden waarvoor beleid moet worden vormgegeven. Eén van die domeinen is: "Afval: van afval naar grondstof". Dit moet leiden tot een meer circulaire economie waarin duurzaam wordt omgegaan met natuurlijke hulpbronnen en grondstoffen. Daarnaast wordt hergebruik genoemd als belangrijk onderdeel. Het terugwinnen van grondstoffen moet uitputting voorkomen, voorzieningsafhankelijkheid verminderen en energie besparen.

Het concept van afval naar grondstof is niet nieuw binnen het Nederlandse beleid. In het tweede Landelijk Afval beheerplan (VROM, 2010) wordt expliciet verwezen naar "Ketengericht Afvalbeleid". Beleid waarin de materiaalketen van product, via afval, naar grondstof beschouwd wordt. In het zelfde plan staat dan ook de ambitie om afvalbeleid om te zetten naar "materiaalketenbeleid", een term waarin het woord afval niet meer voorkomt.

Van afval naar grondstof betekent dat er een moment komt waarbij het etiket "afval" van de materiaalstroom gehaald moet worden. De afvalstroom moet dan eerst aan criteria voldoen die garanderen dat er een markt is voor het materiaal, dat het voldoet aan de technische voorschriften en dat het materiaal geen schade voor milieu en gezondheid veroorzaakt. Kortom, dat er geen sprake meer is van afval-gerelateerde risico's. Deze criteria worden einde-afvalcriteria genoemd (of End of Waste criteria, EoW).

In Nederland is één van de grootste afvalstromen het materiaal dat vrijkomt bij bouw- en sloopactiviteiten. Veel van het bouw- en sloopaafval wordt verwerkt en weer geschikt gemaakt voor gebruik. De aard van het steenachtige puin zoals beton, maakt recycling<sup>2</sup> relatief eenvoudig. Voor het steenachtige bouw- en sloopaafval is een einde-afvalregeling in de maak, deze einde-afvalcriteria moeten een belangrijke rol gaan spelen bij de recycling binnen deze materiaalketen.

Een andere belangrijke afvalstroom is afvalwater. Er bestaan verschillende stromen afvalwater, zoals huishoudelijk afvalwater, dat meestal in de afvalwaterketen (riool en zuivering) terecht komt, maar ook bedrijfsafvalwater. Binnen de huishoudelijke afvalwaterketen worden veel initiatieven ontplooid om de mate van hergebruik te bevorderen. Dit vindt vooral plaats bij de zuivering aan het einde van de afvalwaterketen in de rwzi (grondstof- en energiewinning). Echter, ook bij het begin van de afvalwaterketen, voordat het afvalwater het algemene riool ingaat, zijn initiatieven voor het bevorderen van hergebruik via bijvoorbeeld zogenaamde decentrale sanitatie. Maar hieruit zijn nog weinig concrete producten met een afzetmarkt voortgekomen. Omdat we nog geen

<sup>2</sup>In dit rapport gebruiken we de term recycling 'sensu lato': iedere vorm van hergebruik, recycling of nuttig toepassen van afvalstoffen valt daarmee onder de term recycling.

specifieke toepassingsgebieden kennen voor producten uit afvalwater zijn er ook geen productcriteria die kunnen worden gebruikt voor de einde-afvalcriteria. Dit is afgezien van het water zelf waar in de vorm van lozingseisen, einde-afvalcriteria meestal zijn vastgelegd in algemene regels. Wanneer de toepassingsgebieden duidelijk worden, dan zullen de End of Waste-criteria voortkomen uit de productcriteria voor de concrete producten uit afvalwater.

De overkoepelende beleidsvraag die in dit rapport wordt geadresseerd, is wat de rol is van einde-afvalcriteria binnen een materiaalketen. Of meer algemeen: hoe kunnen we binnen de ambitie van de circulaire economie einde-afvalcriteria opstellen voor diverse afvalstromen? Door twee cases, bouwstoffen en afvalwater, met elkaar te vergelijken krijgen we inzicht in de rol van de einde-afvalcriteria.

### **1.1 Afbakening**

Einde-afvalcriteria zijn beleidsmatig gewenst om het sluiten van de cirkel van afval naar grondstof te stimuleren en daarbij de afval-gerelateerde risico's te beperken. Bij de beantwoording van de bovenstaande beleidsmatige vragen beperken we ons in dit rapport tot de kennis die nodig is voor de onderbouwing van de einde-afvalcriteria. Dit rapport gaat niet in op de vraag hoe einde-afvalcriteria vormgegeven kunnen worden in de regelgeving en beleid. De juridische invulling van de criteria, of op welke juridische kaders de criteria moeten aansluiten, valt buiten de scope van dit rapport.

De criteria zijn afhankelijk van een groot aantal technische, milieukundige, beleidsmatige en praktische factoren. Vooral keuzes op het gebied van de levenscyclus van materiaalstromen en de mogelijkheden voor toetsingscriteria voor de milieu-impact zijn in dit opzicht relevant voor het beantwoorden van de vragen. Om deze kennis te structureren wordt een denkkader aangereikt, waarmee op verschillende niveaus inzicht verkregen kan worden in de levenscyclus van de materialen en de rol van de einde-afvalcriteria daarin.

Dat betekent, dat we de hierboven gestelde beleidsmatige vragen ook niet direct beantwoorden of met een kant-en-klare oplossing komen. Met de in dit rapport aangedragen onderdelen, de bouwstenen van Einde-afvalcriteria is het mogelijk om het beleid te onderbouwen. Per materiaalstroom en product zullen de criteria dan beleidsmatig ingevuld kunnen worden.

### **1.2 Doel**

In dit rapport beschrijven we voor twee concrete beleidsterreinen (bouwstoffen en afvalwater) de bestaande methodes en kennis ter ondersteuning van het beleid voor het toepassen van het einde-afval concept. In het geval van bouwstoffen is veel kennis over recycling beschikbaar, vooral bij de steenachtige bouwstoffen. Voor afvalwater staat deze ontwikkeling naar concrete producten nog in de kinderschoenen. Voor beide beleidsterreinen proberen we de kennis en methoden te plaatsen binnen de principes en terminologie van de circulaire economie. Daartoe wordt:

- 1) een korte inleiding gegeven op de circulaire economie en de rol van einde-afvalcriteria;
- 2) aan de hand van twee case studies, bouwstoffen en afvalwater, geïllustreerd wat het effect is van het huidige beleid en regelgeving op het sluiten van de kringlopen.

Om deze complexe materie overzichtelijk weer te geven, wordt er een denkkader gepresenteerd en toegepast die de verhoudingen tussen het

bestaande beleid en betrokken actoren (overheid en marktpartijen) inzichtelijk maakt. De presentatie en toepassing van dit denkkader kan worden gezien als subdoel van deze studie.

In het rapport zijn tekstkaders opgenomen die aan de hand van concrete voorbeelden verduidelijking geven bij de meer theoretische hoofdtekst.

Dit rapport is opgesteld als beleidsadvies, illustratie en uitleg zijn belangrijker dan wetenschappelijke onderbouwing van gepresenteerde feiten. Leeswijzer

In dit rapport wordt in Hoofdstuk 2 eerst een theoretische toelichting gegeven op de principes van de circulaire economie en einde-afvalcriteria. Met de kernbegrippen uit Hoofdstuk 2 wordt in Hoofdstuk 3 het denkmodel geïntroduceerd en toegepast op de beschrijving van de twee afvalstromen bij bouwstoffen en afvalwater. De interpretatie van het ingevulde denkmodel en de synthese staan in Hoofdstuk 4. Dit rapport eindigt met de conclusies (Hoofdstuk 5) en de aanbevelingen (Hoofdstuk 6)

Ter illustratie van de tekst en argumentatie in dit rapport zijn een aantal concrete voorbeelden of toelichtingen opgenomen in aparte tekstkaders. Deze tekstkaders staan los van de hoofdtekst.



## 2 Theorie

In dit hoofdstuk geven we een theoretisch overzicht van de principes van de circulaire economie en de rol van de einde-afvalcriteria. We laten zien waaruit deze einde-afvalcriteria bestaan en hoe daarin de milieu-impact van het opnieuw opnemen van de afvalstroom in de economie beoordeeld kan worden.

### 2.1 Circulaire economie

Door toename van de wereldbevolking en stijging van de welvaart neemt de vraag naar grondstoffen en energie toe. Voor een duurzame ontwikkeling, die de natuurlijke grenzen van ons grondstoffengebruik en CO<sub>2</sub> uitstoot niet overschrijdt, zullen wij op een andere manier om moeten gaan met onze materiaalstromen.

Volgens Bastein e.a. (2013) is de circulaire economie gedefinieerd als:

‘De circulaire economie is een economisch en industrieel systeem dat de herbruikbaarheid van producten en grondstoffen en het Herstellend Vermogen van natuurlijke hulpbronnen als uitgangspunt neemt en waardevernietiging in het totale systeem minimaliseert en waardecreatie in iedere schakel van het systeem nastreeft’

De definitie van Bastein e.a. (2013) is vrij naar de definitie van de Ellen MacArthur Foundation (2012). Deze foundation heeft de grondslag gelegd voor de circulaire economie zoals die nu in het Nederlandse beleid wordt beschouwd.

In de circulaire economie wordt het "levenseinde" van een product vervangen door recycling. In de circulaire economie wordt duurzame energie gebruikt voor de productie. Het gebruik van (persistente) toxische stoffen wordt voorkomen, omdat deze recycling kunnen hinderen. In de ontwerpfase wordt rekening gehouden met recycling en het product wordt zo ontworpen dat bij demontage na de levensduur zo min mogelijk afval ontstaat (Ellen MacArthur Foundation, 2012).

Recycling van huidige producten is een eerste stap naar de circulaire economie. Vanuit de huidige praktijk van recycling in Nederland - samen met de bewustwording rond de circulaire economie zoals nu ingezet door het kabinetsbeleid - wordt in toenemende mate de transitie naar de circulaire economie ingezet.

Bastein e.a. (2013) bevelen in hun rapportage het volgende aan om de circulaire economie te stimuleren:

- Creëer een interdepartementale en consistente strategie voor de circulaire economie. De overheid moet duidelijk maken welke ideeën er zijn voor de circulaire economie en hoe deze onderbouwd worden.
- Belangrijk in deze strategie zijn de dominante kennisvragen en bijbehorende kennisagenda. Daarbij moet ook aandacht geschonken worden aan hoe deze kennis geborgd kan worden:
  - Welke wet- en regelgeving werkt belemmerend (of stimulerend) voor innovatie en transitie naar de circulaire economie?
  - Welke verantwoordelijkheden neemt de overheid op zich, waar is zij aan zet?
- De circulaire economie vereist integrale afweging van (afval)wet- en regelgeving. Hindernissen moeten weggenomen worden. Wetgeving



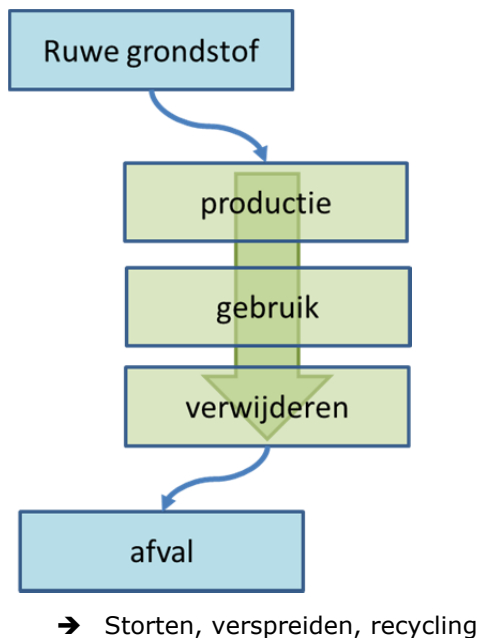
moet uitgaan van afval als potentiële grondstof (niet iets waar men zich van wil ontdoen). Er moet heldere communicatie zijn over weggenomen hindernissen in wet- en regelgeving

- Zorg dat bedrijven beschikken over kennis van waar hun grondstoffen vandaan komen
- Bepaal de invloed van afvalverbrandingsinstallaties. Deze nemen goedkoop afval in en verwerken deze op laagwaardige wijze. Hierdoor is afval niet beschikbaar voor meer hoogwaardig recycling.

## 2.2 Van lineair naar circulair: de rol van einde-afvalcriteria

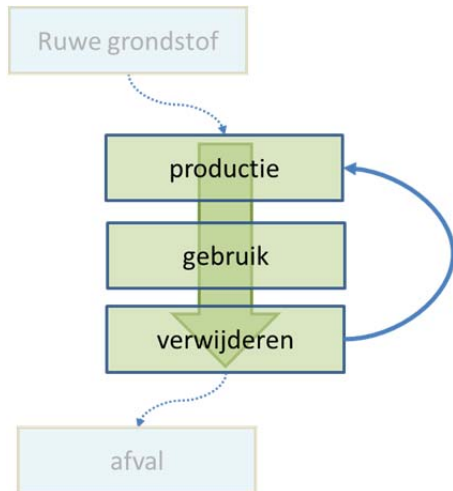
In de circulaire economie worden afvalstoffen weer als grondstoffen toegepast. Het Joint Research Centre van de Europese Commissie (JRC) heeft daarvoor een methodiek opgezet (Delgado e.a., 2009). In de einde-afval fase wordt afval weer beschouwd als een grondstof of product. Dit betekent dat het product of de grondstof verder verwerkt of gebruikt kan worden zonder dat daar specifieke vergunningen of regels, gerelateerd aan het afvalbeleid, voor nodig zijn. Dit betekent dus ook, dat voor producent de administratieve lasten en eisen aan de inrichting sterk omlaag gaan.

Onderdeel van de methodiek van JRC zijn de zogenaamde einde-afvalcriteria. Voor specifieke materiaalstromen kunnen deze criteria opgesteld worden. In de volgende paragrafen gaan we in hoe het opstellen van deze criteria is vastgelegd in het beleid. In deze paragraaf lichten we de theoretische rol toe van de einde-afvalcriteria in een circulaire economie.



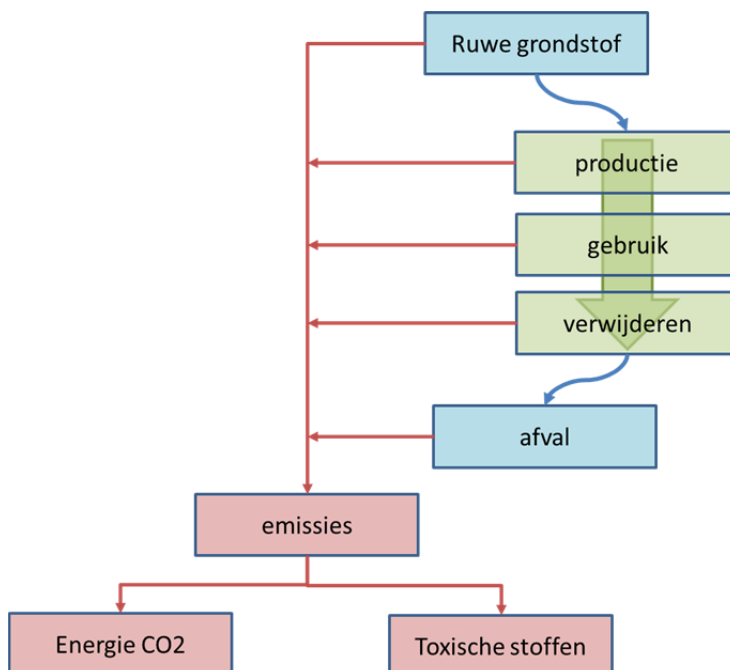
*Figuur 2.2.1: Voorbeeld van lineaire economie. Van ruwe grondstof wordt een product gemaakt. Na gebruik van het product wordt het afgedaan als afval en verdwijnt het uit de keten.*

In Figuur 2.2.1 staat schematisch het principe van een productketen in de lineaire economie. Op basis van grondstoffen worden producten gemaakt. Deze producten worden na gebruik afval. Dit afval wordt niet meer hergebruikt waardoor de materialen, inclusief hun economische restwaarde, uit de keten verdwijnen.



*Figuur 2.2.2: Voorbeeld van een circulaire productketen. Na de verwijderingsfase worden materialen en grondstoffen weer hergebruikt.*

In Figuur 2.2.2 staat schematische het principe van de circulaire economie. Hierin blijven de materialen zolang mogelijk onderdeel van de kringloop van het product. Ruwe grondstof en afval worden zoveel mogelijk beperkt. In de verwijderingsstap wordt het materiaal gescheiden in een zo groot mogelijk deel voor hergebruik en zo klein mogelijk deel als afval (waarvan men zich ontdoet). Het doel van de circulaire economie is om zo min mogelijk waarde te verliezen uit de productketen.

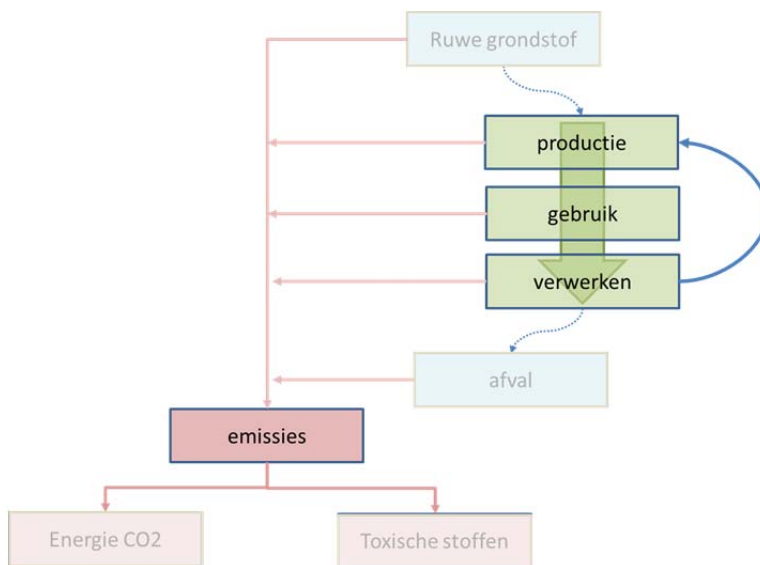


*Figuur 2.2.3: Lineaire productketen met daarin aangegeven de emissies van toxische stoffen en CO<sub>2</sub> uit fossiele brandstoffen*

Figuur 2.2.3 is dezelfde lineaire productketen als in Figuur 2.2.1 maar zijn ook de emissies van CO<sub>2</sub> en toxische stoffen aangegeven. Iedere stap in de keten

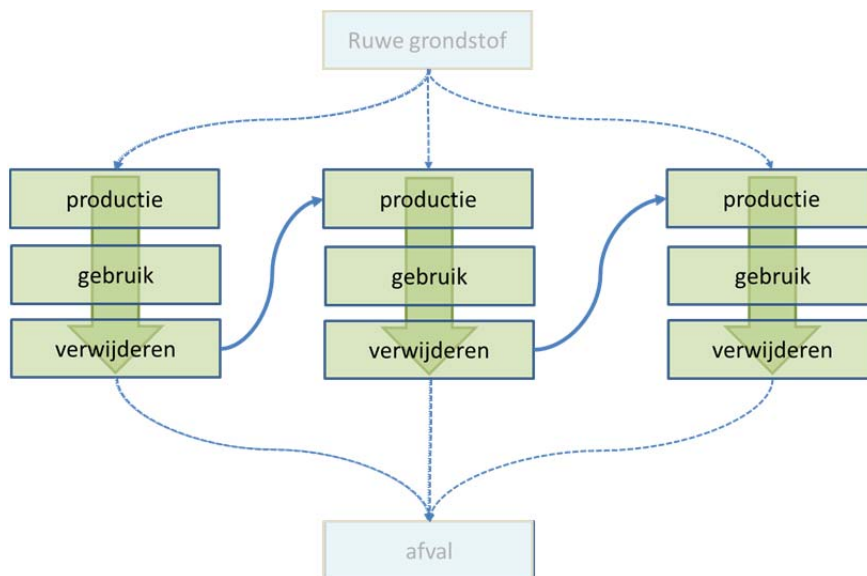
leidt tot emissies en deze zouden mogen niet leiden tot nadelig effecten op mens en milieu. Naast de economische waarde van de keten is er ook impact op de leefomgeving en mogelijk zelfs waardevermindering van die leefomgeving. Bijvoorbeeld doordat diensten geleverd door het ecosysteem, zoals het groeien van landbouwgewassen op bodem, afnemen of verdwijnen. Met het afnemen van deze diensten neemt ook de waarde, het natuurlijk kapitaal, van de leefomgeving af.

Het principe van de circulaire economie gaat verder dan het alleen maar realiseren van het binnen een kringloop vasthouden van materialen en hun waarde. Ook de emissies van CO<sub>2</sub>, afkomstig van fossiele brandstoffen, en toxische stoffen moeten worden beperkt. Dit vermindert de impact, en waardevermindering, van de leefomgeving. Daarnaast beperkt de aanwezigheid van toxische stoffen in de productketen de hergebruiksopties na het verwijderen. Om milieuhygiënische redenen (risico's) kan het onacceptabel zijn om hergebruiksmateriaal weer opnieuw in de dezelfde of in een andere keten te brengen.



*Figuur 2.2.4: De circulaire economie is er op gericht om emissies van (fossiele) CO<sub>2</sub> en toxische stoffen te minimaliseren.*

Figuur 2.2.4 laat de circulaire variant van Figuur 2.2.3 zien. Door te voorkomen dat toxische stoffen in de productketen komen, of deze zodanig in het product vast te leggen en vast te houden, worden emissies naar de omgeving voorkomen. Ook de zuiverheid van materialen voorkomt emissies van niet herbruikbare restproducten in de keten. Recycling is verder meestal energetisch voordelig waardoor ook besparing op CO<sub>2</sub>-emissie ontstaat. In het ideale (utopische) geval is de productketen voor stoffen gesloten: er komen geen stoffen in het milieu en de energie in de productketen wordt opgewekt uit hernieuwbare energiebronnen.



*Figuur 2.2.5: principe van cascadering in de circulaire economie, hergebruiksmateriaal uit de ene productketen is grondstof in een andere keten.*

Een ander belangrijk principe in de circulaire economie is het principe van cascadering (Figuur 2.2.5). Materialen die vrijkomen uit de ene productketen, als afval of restproduct, kunnen ook gebruikt worden in een andere keten. De waarde van deze materialen blijft dan zo lang mogelijk in de economie voordat de materialen laagwaardig worden hergebruikt - verbranden en energie terugwinnen - of als afval worden afgedaan. Ook hier geldt dat het gebruik van toxische stoffen en de emissies ervan naar de leefomgeving zoveel mogelijk gereduceerd moeten worden. Een voorbeeld van cascadering staat in Tekstkader 1.

### **Tekstkader 1: het abc van hout**

Hout is een materiaal dat vrijkomt bij productie van houtmateriaal en bouw- en sloopactiviteiten. In het Landelijk Afvalbeheersplan worden drie soorten hout onderscheiden. Kort gezegd zijn deze drie soorten:

1. Hout zonder verf of lijmresten (onbewerkt hout, A-hout)
2. Hout met verf en lijmresten (bewerkt hout, B-hout)
3. Hout behandeld met biociden (verduurzaamd hout, C-hout)

Verduurzaamd hout is lastig te hergebruiken vanwege de aanwezigheid van toxische stoffen. Ook laagwaardige hergebruiksvormen, zoals verbranding, leveren problemen op door de aanwezigheid van zware metalen in het hout, en die metalen blijven achter in de verbrandingsresten. Dit illustreert het principe dat men binnen de circulaire economie ambieert om toxische stoffen weg te nemen uit de keten. Door het verduurzamen van het hout verliest het zijn waarde binnen de circulaire economie.

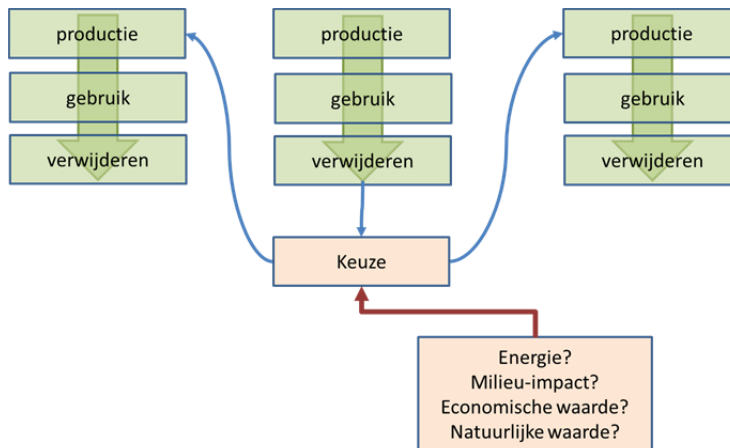
Bewerkt hout, B-hout, wordt verbrand met als doel om energie terug te winnen. Deze laagwaardige toepassing levert wel duurzame energie op, mits het hout afkomstig is van duurzame productie.

Het meest relevant voor einde-afvalcriteria is het hergebruik van het onbehandelde hout. Dit is te vermalen en kan vervolgens toegepast worden in de productie van plaatmateriaal zoals spaanplaat. Het hout wordt daarbij verlijmd.

De einde-afvalcriteria van het A-hout, het onbewerkte hout, zouden in dit geval gebaseerd moeten zijn op de producteisen voor spaanplaat. Bij de kwaliteits- en procescontrole moet worden toegezien dat er geen andere, schadelijke, materialen of producten in de materiaalstroom worden opgenomen.

Op sectorniveau van het hout zou moeten worden gestreefd naar zoveel mogelijk toepassing van onbehandeld hout in ontwerpen, immers dit is het beste her te gebruiken. Binnen de circulaire economie wordt hiervoor de term ecodesign gebruikt. Door het A-hout in de afvalstroom te verwerken tot verlijmd B-hout ontstaat wel een laagwaardiger product. Het B-hout wordt vervolgens alleen nog gebruikt voor, duurzame, energie. Met deze cascadering wordt het hout zo lang mogelijk in de circulaire economie gehouden maar de waarde binnen de opeenvolgende cirkels neemt wel af.

Op het niveau van de overheid zou ecodesign nog meer gestimuleerd kunnen worden. Ook innovatie kan gestimuleerd worden om meer toepassingen van A-hout te krijgen zonder dat het een laagwaardiger product voor hergebruik oplevert.



*Figuur 2.2.6: Bij cascadering is de keuze in welke productketen hergebruiksmateriaal wordt toegepast is soms lastig.*

Het is mogelijk dat hergebruikt materiaal kan worden toegepast in meerdere productketens, zoals weergegeven in Figuur 2.2.6. De keuze in welke keten het wordt toegepast is enerzijds op economische basis, anderzijds zou het ook op basis moeten zijn van argumenten zoals energieverbruik en effecten op de leefomgeving. We schetsen een voorbeeld voor de toepassing van granulaat uit hergebruiksmateriaal uit de bouw of uit de bodemassen van een afvalverbrandings-energie centrale (AEC): dit granulaat kan toegepast worden als granulaat in beton (vormgegeven toepassing) maar ook als funderingsmateriaal (open toepassing). De emissies van toxische stoffen, op basis van hetzelfde materiaal, in een vormgegeven toepassing zijn kleiner dan bij een open toepassing van niet-vormgegeven bouwmaterialen. Een ander voorbeeld is het bijstoken van biomassa in AEC's of de slibvergisting en verbranding bij rwzi's. Deze nemen goedkoop afval in en verwerken dit op laagwaardige wijze. Dit levert energie op, maar de biomassa is niet meer beschikbaar voor productie van biobased producten, terwijl deze biobased producten weer producten op basis van fossiele brandstoffen zouden kunnen vervangen.

Bij deze keuze voor het ontwikkelen van einde-afvalcriteria kan men meewegen voor welke ketens en cascadering men de criteria wil afleiden. Hiermee kan men bepaalde ketens of cascadering stimuleren en andere weer ontmoedigen.

### **Tekstkader 2: De LCA als tool voor keuzes op productniveau**

De afvalhiërarchie in het Landelijk Afvalbeheerplan gaat uit van een aantal stappen voor het afvalbeheer. In eenvoudige bewoording betekent het, dat direct hergebruik de voorkeur verdient boven recycelen, en recycelen heeft weer de voorkeur boven verbranden om energie terug te winnen. Op basis van een

## **Tekstkader 2: De LCA als tool voor keuzes op productniveau**

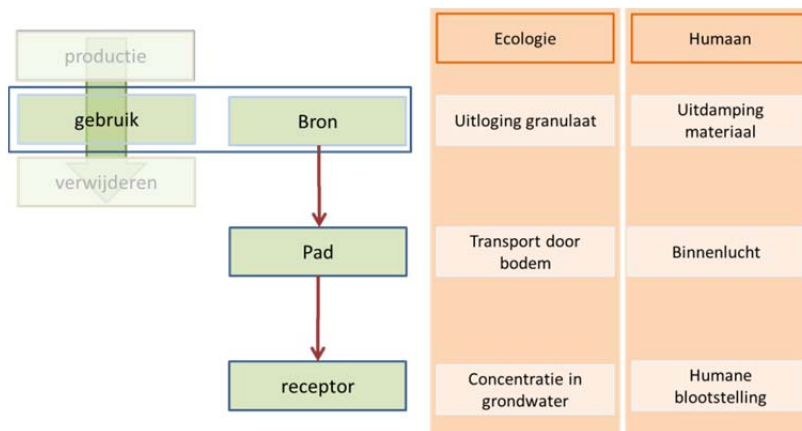
levenscyclusanalyse kan hiervan afgeweken worden. De keuze of een materiaal direct hergebruikt wordt of eerst wordt opgewerkt door middel van recyclen is minder eenvoudig dan het lijkt. Als een materiaal hoogwaardiger wordt door recyclen, of omdat bij het recyclen schadelijke stoffen worden verwijderd dan kan dat de voorkeur hebben boven direct hergebruik. Echter recyclen kost ook energie en soms grondstoffen, niet alleen voor het proces maar ook voor de procesinstallatie. Het energie- en grondstoffenverbruik en de milieu-impact van het recyclingproces kan leiden tot een minder duurzaam product. Door het stellen van einde-afvalcriteria in de ketens die leiden tot meer duurzame producten, kan sturing worden gegeven aan een duurzame ontwikkeling binnen de circulaire economie.

Bijvoorbeeld rioolslib, dat wordt in sommige landen direct toegepast als meststof (hergebruikt) maar daarbij komen wel stoffen (bv metalen) vrij in de landbouwbodem. Het recyclen van het slib om fosfaat terug te winnen vergt weer energie, technische installaties en grondstoffen. Welke van de twee opties heeft nu de voorkeur? Een optie met milieuschade aan bodems of een optie met een grotere "footprint" (milieu impact) op het gebied van energie en grondstoffen? En wat zou er met deze afweging gebeuren als de energie duurzaam wordt opgewekt en de grondstoffen voor het terugwinnen van fosfaat afkomstig is uit afval van gipsbeton?

Via een levenscyclus-analyse (Life Cycle Analysis, LCA) model is het mogelijk om bovenstaande vragen te beantwoorden. Op basis van indicatoren zoals (fossiele) CO<sub>2</sub>-productie, water- en energieverbruik et cetera, kunnen de verschillende opties met elkaar vergeleken worden. Voor diverse onderwerpen is het mogelijk om een LCA uit te voeren. Belangrijke voorwaarde voor een LCA is de beschikbaarheid van een zogenaamde 'inventory'; gegevens: (meet)data van iedere stap in de keten die nodig zijn voor het berekenen van de uiteindelijke indicatoren.

### **2.3 Het afleiden van einde-afvalcriteria bij bouwstoffen**

Einde-afvalcriteria zijn gebaseerd op enerzijds technische criteria waar de nieuwe grondstof of het product aan moet voldoen. Anderzijds zijn zij gebaseerd op criteria ter bescherming van de leefomgeving. Voor bouwstoffen zijn de criteria voor leefomgeving gerelateerd aan de impact die uitloging uit hergebruikte bouwstoffen (granulaat) hebben op bodem en grondwater. Deze milieucriteria zijn afgeleid volgens het zogenaamde bron-pad-receptor model.



*Figuur 2.3.1: principe van de bron-pad-receptor benadering bij bouwstoffen (ook toepasbaar voor overige meststoffen en grond).*

In Figuur 2.3.1 is het bron-pad-receptor model geïllustreerd. De emissies van toxische stoffen uit het product tijdens de gebruiksfase volgen een pad, bijvoorbeeld via de bodem, naar een receptor. Deze receptor kan een organisme of de mens zijn maar het kan ook een vigerend milieucriterium zijn, zoals de maximale toegelaten concentratie in het grondwater. Tijdens het pad kan de toxische stof verdunnen, afbreken of vertragen (retardatie). Dat betekent dat de emissie uit het product niet direct hoeft te leiden tot een onacceptabel risico bij de receptor.

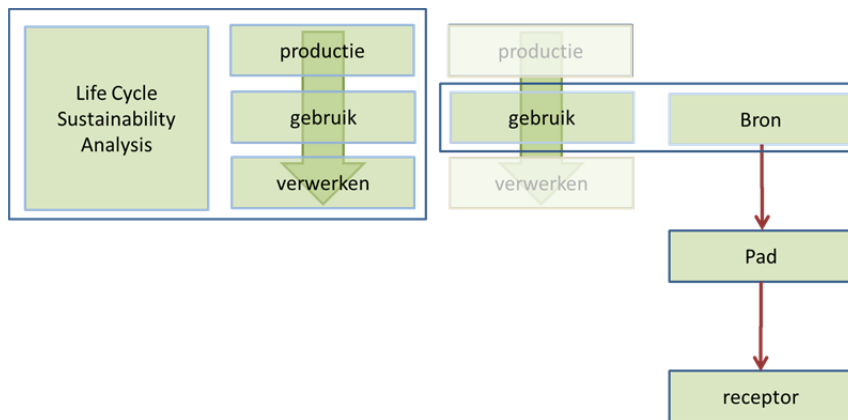
Naast milieuhygiënische criteria voor een receptor kunnen ook technische criteria gelden zoals voor grond- of drinkwater het zoutgehalte of de smaak. Ook deze technische criteria kunnen door middel van een bron-pad-receptorbenadering afgeleid worden. In geval van zout of smaak is het niet het risico dat primair telt, maar vooral de waardevermindering van het grond- of drinkwater.

Om de emissie uit de bron goed te kunnen beschrijven is informatie over het emissiegedrag noodzakelijk. Voor bouwproducten wordt dit bijvoorbeeld gemeten door middel van een uitloogproef of door het bepalen van de samenstelling. Voor het pad is het noodzakelijk om de te weten welke milieucompartimenten relevant zijn en wat het stofgedrag is in deze milieucompartimenten. Meestal wordt hier een model voor gebruikt. Voor de receptor kan een bestaande ecologische- of humane risiconorm worden gebruikt naast eventuele andere technische of economische criteria.

Het RIVM en haar kennispartners beschikken over veel informatie, data en modellen om een beoordeling over bron-pad-receptor uit te voeren.

De toetscriteria die worden gebruikt als einde-afvalcriteria, afgeleid volgens de bron-pad-receptor benadering, zijn voor secundaire bouwmaterialen gebaseerd op emissies tijdens de gebruiksfase in de productketen. Binnen de circulaire economie zal men in het ideale geval de gehele productketen, en de cascadering, in ogenschouw moeten nemen.





*Figuur 2.3.2: In de circulaire economie moet men voor einde-afvalcriteria de gehele productketen beschouwen (links). In de huidige lineaire economie wordt alleen voor de gebruiksfase einde-afvalcriteria opgesteld (rechts).*

Figuur 2.3.2 is een vereenvoudigde illustratie van het verschil in benadering voor tussen de huidige benadering voor bouwstoffen, met een bron-pad-receptor benadering op productniveau, en een bredere benadering voor de circulaire economie. Het einde-afval criterium is slechts een klein onderdeel van de gehele benadering van de levenscyclus in de productketen. De circulaire economie vereist dus een aanpak op systeemniveau. Om materialen zo lang mogelijk in de productketen - of na cascadering in andere productketens - te houden moeten keuzes gemaakt worden op het niveau van de grondstoffen, productontwerp, wijze van gebruik en verwijdering en de methode van recycling. Einde-afvalcriteria zien hierin belangrijk maar vormen da slechts klein onderdeel van het hele systeem. Een instrument voor deze systeemanalyse is de Life Cycle Sustainability Analysis (Guinée e.a., 2010). Een methodiek gebaseerd op Life Cycle Analysis (zie Tekstkader 2). De bron-pad-receptor benadering zou ook onderdeel moeten zijn van deze systeemanalyse. Daarvoor moet de bron-pad-receptor benadering niet alleen opgesteld worden voor het product maar alle stappen in de keten. Daarbij moet aandacht zijn voor de mate van aggregatie van gegevens om de deze bredere bron-pad-receptor benadering overzichtelijk te houden.

## 2.4 EU wettelijk kader rond afval

In de Europese afvalstoffenrichtlijn (European Parliament and Council, 2008) is afvalstof omschreven als: "elke stof of elk voorwerp waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen". In de richtlijn worden lidstaten opgedragen een afvalhiërarchie te hanteren voor preventie en beheer van afvalstoffen. De volgorde in deze hiërarchie is:

1. Preventie: maatregelen die worden genomen om de hoeveelheid, negatieve gevolgen of gehalte aan schadelijke stoffen te verminderen voordat een materiaal een afvalstof wordt.
2. Voorbereiden van hergebruik: het controleren, schoonmaken of repareren van afvalstoffen zodat ze hergebruikt kunnen worden. Daarbij worden de materialen op dezelfde wijze gebruikt als waarvoor ze origineel bedoeld waren
3. Recycling: het opnieuw bewerken van materialen om ze geschikt te maken voor het oorspronkelijke doel of voor ander doel.
4. Andere nuttige toepassing: Elke handeling waarbij afvalstoffen nog een nuttig doel dienen. Bijvoorbeeld het verbranden om zo energie op te wekken

5. Verwijderen: Iedere handeling waarbij afvalstoffen niet nuttig worden toegepast.

De richtlijn draagt op, dat de lidstaten bij het toepassen van de afvalhiërarchie maatregelen nemen die over het geheel genomen de beste milieuresultaten opleveren. Een lidstaat moet van de afvalhiërarchie afwijken als dat op basis van de levenscyclus gerechtvaardigd is.

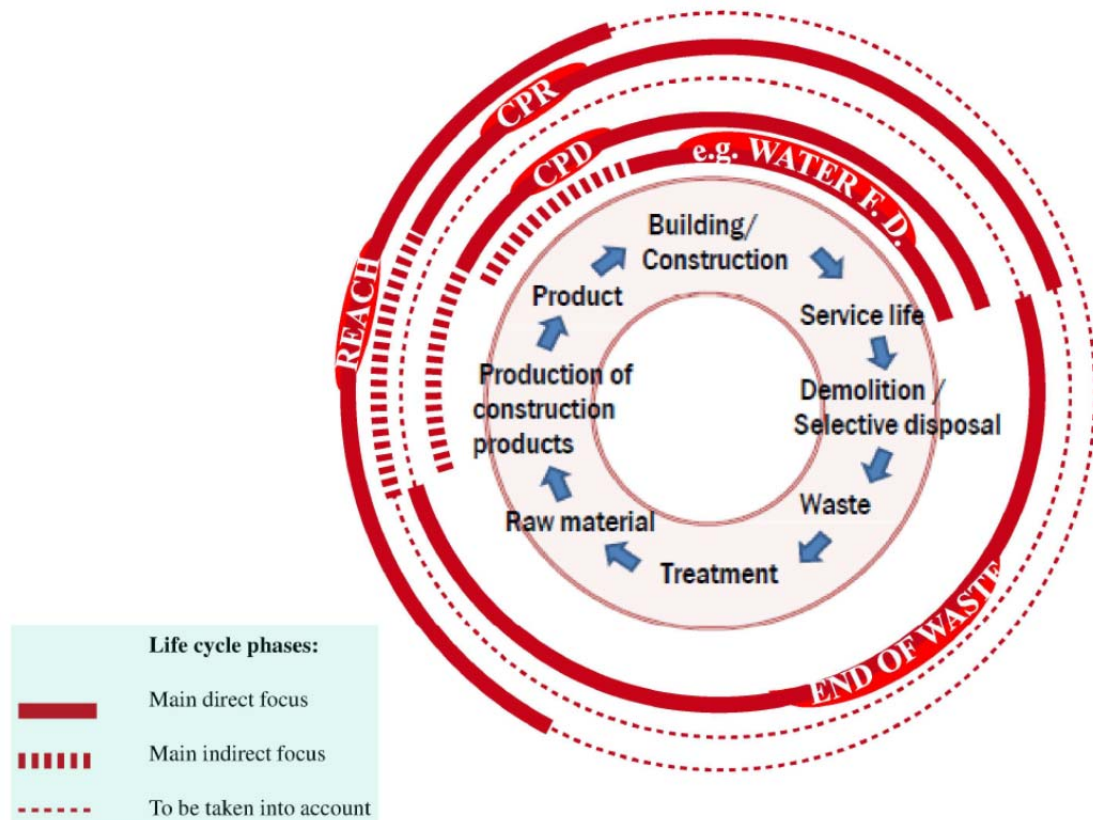
De richtlijn stelt ook dat een afvalstof ophoudt een afvalstof te zijn als na een hergebruiks- of recyclinghandeling de afvalstof voldoet aan specifieke criteria, de zogenaamde End-of-Waste criteria. Deze worden in paragraaf 2.5 verder toegelicht. Ieder land mag zijn eigen einde-afvalcriteria ontwikkelen zolang er geen EU-brede einde-afvalcriteria zijn afgesproken. Een nieuw EU-einde-afval criterium vervangt het nationale einde-afval criterium (EoW). De Europese Commissie is bezig met het ontwikkelen van einde-afvalcriteria (European Parliament and Council, 2011).

Afvalwater is in de Europese Afvalstoffenrichtlijn uitgesloten indien deze afvalstroom al onder andere communautaire wetgeving valt. Indien afvalwater wordt geloosd in een inzamelsysteem (riool) en afgevoerd naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi), dan valt het onder de richtlijn Stedelijk afvalwater (European Parliament and Council, 1991) en daarmee niet onder de Afvalstoffenrichtlijn. De EU Richtlijn stedelijk afvalwater zegt expliciet dat het gezuiverde afvalwater en zuiveringsslib indien mogelijk worden hergebruikt.

Wordt afvalwater op een andere wijze afgevoerd dan is de Afvalstoffenrichtlijn onverkort van kracht. Dat betekent dat als afvalwater niet in een rwzi wordt behandeld, de Afvalstoffenrichtlijn, met de mogelijkheid voor het toepassen van het einde-afval concept, op dit afvalwater van toepassing is. Het zuiveringsslib dat ontstaat bij de zuivering van afvalwater in rwzi's is ook een afvalstof en zou daarmee ook onder de Afvalstoffenrichtlijn vallen. Voor bedrijfs-Afvalwaterzuiveringsslib geldt dit in ieder geval wel. Ook directe lozingen vanuit bijvoorbeeld bedrijven of andere activiteiten (bodemsanering) vallen hiermee onder de Afvalstoffenrichtlijn. Het afvalwater wordt ter plaatse gezuiverd tot de lozingseisen. De Europese kaderrichtlijn water is hiervoor de EU-basis. Hergebruik van grondstoffen uit slib is in deze gevallen meestal onwaarschijnlijk, omdat de hoeveelheden zeer beperkt zijn.

Naast de afvalstoffenrichtlijn speelt een heel aantal andere EU wet- en regelgeving een relevante rol bij de recycling van afvalstoffen. Voor het voorbeeld van bouw en sloopaval is dit geïllustreerd in figuur 2.4.1. Voor de levenscyclus, i.e. de cascaderende productketens, van bouwstoffen zijn voor de verschillende fases, verschillende regelingen van toepassingen. De aansluiting tussen de regelingen is niet optimaal. Toegepaste bouwstoffen mogen geen nadelig effect hebben op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater volgens de Kaderrichtlijn Water (Water F. D. in Fig. 2.4.1). De stof zelf valt weer onder de stoffenrichtlijn REACH. Criteria uit de Europese Bouwproductenregeling (CPD) moeten dus aansluiten op het doel van de Kaderrichtlijn Water en REACH. In de praktijk betekent dit dat nationale overheden zelf voor deze aansluiting moeten zorgen. Zoals in Nederland via het Besluit bodemkwaliteit. Dat betekent dat ondanks het streven van de Bouwproductenregeling om tot een 'level-playing-field' voor bouwstoffen criteria te komen, de uiteindelijke toetsing van deze criteria per lidstaat kan verschillen. Het wordt nog complexer als de gerecycleerde bouwproducten daarin worden meegenomen. Deze producten zijn afkomstig uit afval, en vallen onder de Afvalstoffenrichtlijn en kunnen via einde-afvalcriteria weer gaan vallen onder de bouwproductenregeling. Dat betekent dat deze einde-afvalcriteria afgestemd moeten zijn op de criteria uit de

bouwproductenrichtlijn. Deze laatste afstemming tussen de einde-afvalcriteria voor bouwproducten (granulaat) uit de Afvalstoffenrichtlijn en de criteria voor de bouwproductenregeling heeft nog niet plaatsgevonden.



Figuur 2.4.1: De verschillende EU regelingen die relevant zijn bij de recycling van bouw- en sloofafval tot nieuwe bouwproducten. Voor de verschillende levensfasen (binnenste cirkel) zijn respectievelijk de bouwproducten verordening (CPR, construction products regulation, voorheen de CPD, construction products directive), de kaderrichtlijn water (Water F.D., water framework directive), de afvalstoffenrichtlijn en de daaruit voortvloeiende einde-afvalcriteria (End of Waste) en de stoffenrichtlijn REACH. Er is geen expliciete afstemming tussen de overlap en overgang van de verschillende regelgevingen. Bron: Eikelboom, (2012)

## 2.5 Benadering einde-afval volgens het JRC

In het kader van de EU afvalrichtlijn wordt door het Joint Research Centre (JRC) van de Europese Commissie gewerkt aan de onderbouwing van einde-afvalcriteria, zogenaamde End-of-Waste criteria (EoW, Delgado e.a., 2009)

De criteria worden per afvalstroom en product(groep) opgesteld. Als aan de einde-afvalcriteria is voldaan wordt het materiaal juridisch niet meer als afval beschouwd, maar geldt het als product (of grondstof) dat verhandeld kan worden. Producenten die deze einde-afval materialen verwerken hoeven dan bijvoorbeeld niet te beschikken over een vergunning voor inname van afval. Het doel van einde-afvalcriteria sluit aan op de principes van de circulaire economie waarin een afvalstof als grondstof wordt gezien.

In de afvalstoffenrichtlijn (European Parliament and Council, 2008) is bepaald dat voor einde-afvalcriteria van bepaald afval, na een 'recovery operation', het materiaal (de nieuwe grondstof) moet voldoen aan vier voorwaarden: (vrij naar artikel 6):

1. Het materiaal (of object) wordt algemeen gebruikt voor een bepaald doel of product.
2. Er bestaat een markt voor het materiaal
3. Het materiaal voldoet aan de technische eisen voor het doel waarvoor het gebruikt wordt. Daarnaast voldoet het materiaal aan de wettelijke (milieu)regels die gelden voor de gebruikte toepassing
4. Het gebruik van het materiaal zal niet leiden tot nadelige effecten voor mens en milieu

De eerste twee voorwaarden vullen elkaar aan. Een potentiële afnemer van het materiaal zal het willen gebruiken in een bepaalde toepassing en de afnemer is ook bereid om ervoor te betalen. Als de afnemer betaalt dan zal deze het materiaal ook willen gebruiken of waarde willen toevoegen. De kans dat materiaal weer direct afval wordt is dan klein, de afnemer heeft in dat geval geen voordeel bij het materiaal (hij voegt geen waarde aan het materiaal toe en heeft dus ook geen economisch gewin).

Als het materiaal gebruikt wordt voor een bepaald product, zoals steengranulaat, dan horen bij dat product richtlijnen voor de technische specificatie van het product en regels om te voorkomen dat het product nadelige effecten veroorzaakt op de gezondheid van de mens of het milieu. Als van het product de afvalstatus wordt verwijderd dan gelden, in het ideale geval, dus automatisch de regels die horen bij het product. In het geval van bouwproducten gelden de regels van de EU bouwproductenregeling (European Parliament and Council, 2011). Helaas hebben nog weinig Europese lidstaten criteria voor milieu- en gezondheidseffecten opgesteld voor gerecyclede bouwproducten zoals steenachtige granulaten.

Logischerwijs volgt dat bij einde-afval het toekomstig gebruik van het materiaal bekend is. In dat geval betekent het, dat de einde-afval-criteria moeten aansluiten op de bestaande regelgeving. Dit betekent ook dat einde-afvalcriteria materiaal- en productafhankelijk zijn, voor iedere nieuwe toepassing moet bepaald worden of deze onder bestaande regels vallen of dat hiervoor nieuwe regels nodig zijn. Ook in het geval wanneer één afvalstroom meerdere stromen oplevert, zal van iedere afvalstroom bepaald moeten worden onder welke einde-afvalcriteria het valt, of dat de materiaalstroom onder de afval-regelgeving blijft vallen.

De regelgeving zal vooral de laatste twee voorwaarden dekken. De eerste twee voorwaarden volgen uit de marktwerking. Perverse prikkels in deze marktwerking zouden kunnen zijn dat niet de afnemer maar de aanbieder betaalt voor het afnemen van het materiaal (afval). Deze prikkels zouden voorkomen moeten worden.

Omdat het kennen van de toepassing noodzakelijk is, betekent het dat voor de toepassing van einde-afval er een meer holistische benadering nodig is van de levenscyclus van het product. Einde-afvalcriteria kunnen de circulaire economie stimuleren doordat ze vertrouwen geven dat producten uit 'afval' voldoen aan de verwachtingen van de afnemer of consument. De afnemer en consument verwachten dat het product voldoet aan de technische eisen en geen nadelige effecten heeft op milieu en gezondheid.

## 2.6 Onderdelen van einde-afvalcriteria volgens JRC

Door een holistische benadering van einde-afval is het noodzakelijk dat de einde-afvalcriteria de hele keten omvatten en niet alleen op het einde-afval moment. Dat betekent dat de einde-afvalcriteria ook van toepassing kunnen zijn op de inname van het afval, het verwerken van het afval tot een nieuw product en op het eindproduct zelf.

Afval kan worden aangeboden in gescheiden afvalstromen of als gemengde afvalstroom. In het laatste geval vindt de eventuele scheiding plaats tijdens het verwerken. In de afvalstroom mogen na verwerking geen schadelijke stoffen zitten of materialen die leiden tot een onacceptabel eindproduct. De afvalstroom moet daarom gecontroleerd worden op samenstelling of afkomstig zijn van een gecontroleerde bron. Binnen termen van de circulaire economie betekent het dat toxische stoffen (schadelijke stoffen) vermeden moeten worden in de productketen (Ellen McArthur, 2013). Toxische stoffen verlagen de waarde van het afvalmateriaal en mogelijk ook de waarde van het eindproduct. Daarnaast kan men producten ontwerpen die tijdens de afvalscheidingsfase gemakkelijk te scheiden zijn (ecodesign).

Tijdens het verwerken van het afval tot een product moet bekend zijn welke parameters kritisch zijn voor de kwaliteit van het eindproduct. Deze parameters moeten voldoende onder controle zijn om een product op te leveren van een voldoende constante kwaliteit. Door middel van een kwaliteitssysteem waarin ook de beheersing van het verwerkingsproces is vastgelegd, moet de kwaliteit van het eindproduct voorspelbaar zijn.

Als het eindproduct een bestaande toepassing betreft is de kans groot dat er ook al standaarden, productspecificaties en regelgeving bestaan die eisen opstellen waaronder deze toepassing valt. Voor de toepassing van Einde-afval zouden deze eisen afdoende moeten zijn voor iedere fase in het productieproces, waaronder verwerking, transport, opslag en gebruik.

Indien de bestaande eisen onvoldoende zijn of ontbreken dan kan het materiaal nog steeds gerecycled worden maar dan onder het regime van de afvalwetgeving. Voor stromen waar geen criteria voor zijn ontwikkeld kan een producent zelf het besluit nemen dat de einde-afval status is bereikt. Dit moet op basis van geldende regelgeving en jurisprudentie.

### Tekstkader 3: JRC study Granulates

Door JRC is een case studie uitgevoerd met als doel om de haalbaarheid van EoW criteria voor granulaten te onderzoeken en mogelijk af te leiden. De studie richtte zich op secundaire aggregaten afkomstig uit bouw- en sloopafval, metaalslakken en assen uit kolencentrales.

Toepassing van secundaire aggregaten, gebonden en ongebonden, vallen voornamelijk onder de Europese bouwproductenregeling. Bouwproducten die vallen onder bouwproductenregeling worden beoordeeld op basis van Europese standaarden waarin is vastgelegd hoe de verschillende productprestaties, zoals uitloging, moeten worden geanalyseerd. De uiteindelijke prestatie van het product wordt vermeld op de meegeleverde CE-markering. In de standaarden staan ook de technische prestatie-eisen waaraan het bouwproduct moet

### Tekstkader 3: JRC study Granulates

voldoen.

In de Europese standaarden met betrekking tot granulaten staat ook, dat het vrijkomen van schadelijke stoffen uit bouwproducten apart moet worden beoordeeld. De mate waarin schadelijke stoffen vrijkomen, moet uiteindelijk voldoen aan de Europese en nationale wetgeving. Ieder land (lidstaat) afzonderlijk mag dan zelf een limiet stellen aan de maximale uitloging uit een bouwproduct. Deze limiet moet dan gerelateerd zijn aan wetgeving, bijvoorbeeld een norm voor oppervlaktewater.

Naast toepassing van secundaire aggregaten kunnen deze ook gestort worden als afval en vallen dan onder de afvalstoffenrichtlijn. Gezien het doel van deze rapportage gaan we hier echter niet verder op in.

#### Markt

Uit de marktanalyse van JRC voor aggregaten blijkt er een groot verschil is tussen de mate waarin secundaire aggregaten worden toegepast. Deze worden voornamelijk veroorzaakt door de prijs van primaire aggregaten en de kosten van het storten van gebruikte aggregaten. Daarnaast wordt hergebruik van aggregaten gehinderd door het ontbreken van standaarden die een bepaalde kwaliteit garanderen.

De afvalstatus hindert de acceptatie van het secundaire materiaal. Zelfs als het product voldoet aan alle technische eisen dan nog heeft de consument moeite om het product te vertrouwen.

#### End of Waste Criteria (EoW)

In de case van JRC wordt geconcludeerd dat granulaten kunnen voldoen aan de vier voorwaarden uit de Afvalstoffenrichtlijn en daarvoor in aanmerking komen voor EoW criteria. Onderdeel van deze criteria is dat het afvalmateriaal uiteindelijk moet voldoen aan de producteisen van het nieuw te vormen product, in dit geval granulaten. De technische producteisen volgen uit de standaarden die vallen onder de CPR. De milieuprestatie van de nieuwe producten moeten voldoen aan de "Fundamentele Eisen voor Bouwwerken" uit de CPR. Deze is omschreven als:

Het bouwwerk moet zodanig worden ontworpen en uitgevoerd dat het gedurende de hele levenscyclus geen risico vormt voor de hygiëne, gezondheid en veiligheid van arbeiders, bewoners en omwonenden, en dat het tijdens zijn volledige levensduur geen buitengewoon grote invloed uitoefent op de milieukwaliteit of op het klimaat, noch tijdens de bouw, het gebruik of de sloop ervan [...]

Als er op Europees niveau EoW criteria moeten worden ontwikkeld, met inachtneming van de bovenstaande fundamentele eis, ziet het JRC in zijn case studie de volgende benaderingen:

1. Sommige lidstaten hebben al eigen criteria voor uitloging (onder andere Nederland), echter ieder lidstaat heeft weer zijn eigen methode gebruikt voor het afleiden van de criteria. Het verschil in methoden leidt tot verschillende criteria. JRC concludeert op basis hiervan dat EoW criteria gebaseerd op bestaande nationale criteria niet mogelijk is.
2. Een andere optie is dat de EoW criteria alleen gelden voor lidstaten die

### **Tekstkader 3: JRC study Granulates**

al emissiecriteria hebben. Echter omdat dat maar weinig landen zijn, zullen de EoW criteria slechts in beperkte mate, ten opzichte van de hele EU, toepasbaar zijn.

3. De derde optie is om op Europees niveau emissiecriteria vast te stellen en deze criteria gelijk te maken voor de hele EU.

#### **Uitdaging**

Het vaststellen van Europese EoW criteria voor granulaten is een uitdaging. Als de granulaten de EoW status hebben bereikt vallen zij onder de Europese CPR. In deze CPR is de fundamentele eis opgenomen dat het bouwproduct beschermend moet zijn voor mens en milieu. Echter deze eis niet verder ingevuld. Lidstaten mogen op basis van de prestatie-eisen op de CE markering van het bouwproduct en de nationale limieten voor het vrijkomen van schadelijke stoffen zelf bepalen of de bouwstof voldoet aan de fundamentele eis. Veel lidstaten hebben echter geen regelgeving met betrekking tot emissiecriteria van bouwproducten. Dat betekent, dat bij een EoW status van secundair granulaat, dit granulaat ook toegepast mag worden als bouwproduct, ongeacht of er schadelijke stoffen vrijkomen. Het op Europees niveau vaststellen van algemene emissie criteria is onverstandig. In Europa variëren de toepassingen en de lokale omstandigheden sterk. Dan zal de toepassing in de meest kwetsbare situatie leidend zijn, wat leidt tot hele strenge emissiecriteria. De oplossing hoe de EoW criteria gaan aansluiten op de criteria uit de CPR is nog niet gevonden.

## 3 Bestaand einde-afval beleid binnen de circulaire economie

### 3.1 Analyse op drie niveaus

In het vorige hoofdstuk is betoogd dat de circulaire economie een systeembenadering vereist. Een systeembenadering kan op verschillende wijze ingevuld worden, zowel technisch (data en modellen) als meer conceptueel. In deze rapportage kiezen we ervoor om een meer conceptuele benadering te volgen, gericht op duiding van de rol van het beleid. Onze benadering gaat uit van de materiaalstromen, de cirkels, en de beleidsmatige randvoorwaarden waarbinnen deze materiaalstromen plaatsvinden. In deze rapportage hebben we daarom gekozen voor een systeembenadering op drie niveaus. Deze benadering is afgeleid van bestaande (denk)modellen van Hu e.a. (2013) en Guinee e.a. (2011).

Door Hu e.a. (2013) is een case studie uitgewerkt van betonrecycling. In deze case studie presenteren Hu e.a. (2013) een benadering van een Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA), een modelmatige benadering van de levenscyclus van materialen gebaseerd op de drie dimensies van duurzaamheid: milieu, economie en maatschappij (Guinee e.a. 2011). De onderzoekers hebben voor hun benadering drie systeemniveaus onderscheiden. Deze niveaus zijn gegeven in tabel 3.1.1.

Tabel 3.1.1: De drie niveaus voor de benadering van de levenscyclus van materialen.

Niveau	Onderdelen
Beleid	Beleidsmatige kaders en randvoorwaarden
Sector	Marktpartijen, materiaalstromen, marktwerking - vraag & aanbod
Product	Producten en productcriteria

Het eerste niveau is het beleidsniveau met een exclusieve rol voor de verschillende overheden. Op dit niveau worden de randvoorwaarden voor het beleid bepaald. Voorbeelden daarvan zijn het stortverbod (NL) van steenachtig bouw- en sloopafval en bescherming van de waterkwaliteit (EU). Vanaf dit niveau kunnen prikkels in de vorm van wet- en regelgeving worden gegeven aan de twee niveaus eronder.

Het tweede niveau is het sectorniveau waarin aanbieders (afvalverwerkers) en afnemers (producenten) hun rol hebben. De materiaalstromen op dit niveau worden bepaald door vraag en aanbod (marktwerking). Voor de bouwwereld is dit het niveau waar de diverse partijen als slopers, verwerkers en afnemers samen komen. In de afvalwaterwereld zijn de verwerkers partijen zoals waterschappen, bedrijfs-zuiveraars en gemeenten en zijn de "afnemers" in beginsel onduidelijk.

Het derde en laagste niveau is het productniveau (projectniveau in Hu e.a., (2013)), waar de technologie voor verwerking zich bevindt. Op dit niveau worden de productcriteria, zowel technisch als milieukundig, vastgesteld.



In de volgende paragrafen passen wij deze drie niveaus toe op de case studies van bouwstoffen en afvalwater. In hoofdstuk 4 stellen we daarna een synthese op waarin de we de beide case studies integreren in het hierboven genoemde denkmodel en het denkmodel verder uitwerken.

## **3.2 Casus steenachtige bouwstoffen**

### *3.2.1 Beschrijving afvalstroom*

Het volume van de materiaalstroom bouw- en sloopafval is in Nederland de grootste stroom aan afval die door middel van recycling geschikt wordt gemaakt als grondstof. Ongeveer 90 % van al het steenachtige bouw- en sloopafval wordt weer omgezet in nieuwe grondstoffen.

Bij het slopen van bouwwerken worden de verschillende afvalstromen al gescheiden, bijvoorbeeld hout, metaal en betonresten. De afzonderlijke afvalstromen worden verwerkt tot nieuwe grondstoffen of, zoals bij hout, de energie wordt eruit teruggewonnen.

### *3.2.2 Het beleidsniveau (1)*

In het programma 'Ketengericht Afvalbeleid' van de rijksoverheid is de steenachtige fractie uit het bouw- en sloopafval één van de prioritaire ketens. Het doel van dit ketenbeleid is dat voor deze steenachtige materialen de milieudruk over de hele keten - productie, toepassing, en afvalfase - wordt verminderd.

In het besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen (Ministerie van Economische Zaken, 1997)) is, kortgezegd, op rijksniveau vastgelegd dat het storten van steenachtig bouw- en sloopafval verboden is. Deze prikkel samen met de ambitie van ketengericht afvalbeleid zijn de maatregelen op het beleidsniveau, niveau 1, in het bovengenoemde denkmodel.

### *3.2.3 Het sectorniveau (2)*

In de Nederlandse bouwsector zijn een groot aantal bedrijven actief op het gebied van slopen, sorteren en breken, en toepassen van steenachtige granulaten. De afvalaanbieders, -verwerkers en afnemers van de producten zijn over het algemeen marktpartijen. De markt bepaalt vraag en aanbod van de materialen. De overheid is op deze markt ook actief. Als toezichthouder en handhaver maar vooral ook als afnemer van werken waarin de materialen zijn verwerkt. De overheid heeft hier echter expliciet niet de rol van aanbieder of verwerker.

Bij de afvalfase, de sloop, wordt al rekening gehouden met de recycling stap. Het steenachtige materiaal wordt gesorteerd aangeleverd aan een bedrijf voor de verwerking. De verwerker sorteert het materiaal verder en voert andere bewerkingen uit zoals breken of reinigen. Het materiaal, voornamelijk steengranulaat, wordt weer in de markt gezet voor afname door bouwbedrijven. Deze bouwbedrijven gebruiken het materiaal weer als bijvoorbeeld funderingslagen voor wegen of als granulaar materiaal in beton.

### *3.2.4 Het productniveau (3)*

Op niveau 3 in het denkmodel, het productniveau, staan de producteisen van de recyclingproducten uit bouw- en sloopafval, voornamelijk granulaten. Naast de technische specificaties waar de steenachtige bouwstoffen aan moeten voldoen, zijn er ook milieukundige productcriteria, vastgelegd in het Besluit

bodemkwaliteit. Dit besluit stelt producteisen aan de samenstellings- en emissiewaarden van steenachtige bouwstoffen waaraan in de gehele keten moet worden voldaan. Iedere partij binnen deze keten draagt de verantwoordelijkheid voor de milieuhygiënische kwaliteit van de bouwstof.

Bouwstoffen moeten voldoen aan maximale emissiewaarden en samenstellingswaarden. Voldoet de bouwstof niet aan deze waarden, dan is er sprake van een afvalstof. De maximale emissiewaarden zijn afgeleid op basis van het bron-pad-receptor model. Hierin is de toegepaste bouwstof de bron. Stoffen die uit de bouwstof vrijkomen worden via de bodem, het pad, getransporteerd naar het grondwater. De receptor is de bodem of het grondwater. Daarin mogen de risiconiveaus voor de Maximaal Toelaatbare Toevoeging (MTT) niet worden overschreden.

Als de onbewerkte afvalstof niet aan de eisen voldoet dan kan door breken, zeven, scheiden of reinigen een deel van deze afvalstof mogelijk alsnog voldoen aan de gestelde eisen. Door middel van proces- en kwaliteitsstandaarden kan aangetoond worden dat de bouwstof voldoet aan de normen die daarvoor gesteld zijn, bijvoorbeeld door een milieuhygiënische verklaring en een afleverbon. Op de milieuhygiënische verklaring staat de kwaliteit van de partij bouwstoffen aangegeven.

Bouwstoffen die voldoen aan de milieuhygiënische criteria mogen worden toegepast in werken zoals gebouwen, wegen en bruggen. Ze mogen dan bijvoorbeeld ook in de bodem worden toegepast. Het is niet de bedoeling om toepassingen te bedenken om van een bouwstof af te komen, dan is het afval.

Formeel is er nog geen sprake van einde-afval bij de recycling van bouw- en sloopafval in nieuwe granulaten voor de bouw. Omdat zowel het verwerkingsproces aan duidelijk omschreven kwaliteitseisen moet voldoen en omdat er criteria bestaan voor product en milieu eisen, is er in de praktijk wel sprake van einde-afval. De aankomende Nederlandse "Regeling inzake de bepaling van de status einde-afvalstof van recyclinggranulaat" moet leiden tot een formele einde-afvalstatus, meer hierover in Tekstkader 4.

#### **Tekstkader 4: Regeling bouwgranulaat**

Bij bouw en vooral bij sloopwerkzaamheden komen grote hoeveelheden steenachtig materiaal vrij. Dit materiaal wordt in Nederland meestal verwerkt door middel van breken tot een granulaat. Dit granulaat wordt weer in de (weg- en water-)bouw toegepast. De status van dit recyclinggranulaat is juridisch soms onduidelijk. Gaat het hier om afval of om een product?

Voor de kwaliteitscontrole tijdens het productieproces kan de beoordelingsrichtlijn BRL 2506 gebruikt worden. De technische kwaliteitseisen van het eindproduct moet voldoen aan Europese productnormen. De milieueisen van het product zijn vastgelegd in de samenstellings- en emissiecriteria van het Bbk. Door middel van certificeringssysteem kan de afname, of handhaver, toetsen of aan de kwaliteitseisen is voldaan. Echter, het is formeel niet vastgelegd dat voldoen aan de kwaliteitseisen ook betekent dat het product een "einde-afval" status heeft zoals vastgelegd in de Europese Afvalstoffen Richtlijn. Dit betekent bijvoorbeeld dat een verwerker van het recyclinggranulaat soms moet beschikken over een vergunning voor het verwerken van afvalstoffen.

#### **Tekstkader 4: Regeling bouwgranulaat**

Het recyclinggranulaat voldoet aan de 4 eisen uit de Afvalstoffenrichtlijn voor "einde afval". Het materiaal kent een duidelijk gebruiksdoel, er is een markt voor het materiaal, en het materiaal voldoet aan gestelde technische en milieukundige eisen. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu werkt samen met de Branchevereniging Breken en Sorteren (BRBS) aan nationale einde-afvalcriteria voor recycling granulaat.

Het resultaat van deze einde-afvalcriteria is de aankomende "Regeling inzake de bepaling van de status einde-afvalstof van recyclinggranulaat". In deze regeling wordt formeel de bestaande praktijk vastgelegd van het verwerken van steenachtig bouw materiaal, als afvalstof, tot de secundaire grondstof van recyclinggranulaat. In de regeling wordt verwezen naar de bestaande kwaliteitsnormen, zoals de BRL 2506 en Europese Productnormen en naar de eisen uit het Bbk.

Omdat er al kwaliteitsnormen, productnormen, en milieucriteria beschikbaar zijn is de regeling zelf relatief eenvoudig gebleven. De regeling omvat, zonder toelichting, slechts drie pagina's. Omdat de regeling de bestaande praktijk vastgelegd en is opgesteld samen met marktpartijen zal het binnen die markt ook eenvoudig geaccepteerd worden. De lastenverlichting door de duidelijkheid rond de einde-afval status van recycling granulaat wordt in de bedrijven-effecttoets van de conceptregeling geschat op 14,25 miljoen Euro. De regeling is niet strenger dan vanuit de EU afvalstoffenrichtlijn wordt voorgeschreven.

#### **Overige materialen**

Bij bouw en sloop komen naast steenachtige materialen ook andere materialen vrij, zoals PVC, kunststoffen, steenwol en hout. In de wegebouw komt daarnaast ook asfaltgranulaat vrij. Naar aanleiding van de einde-afval regeling voor recycling granulaat worden nu vanuit de markt vragen gesteld of bovengenoemde niet steenachtige materialen ook onder een einde-afval regeling zouden kunnen vallen.

Als we voor het gemak uitgaan dat er voldaan is aan de eerste drie eisen van de EU afvalstoffenrichtlijn (het product dient een doel, er is een markt en het productieproces en eindproduct voldoen aan gestelde kwaliteitseisen) dan moeten voor de producten criteria bestaan voor de toetsing van milieu- en gezondheidseffecten. In het Bbk zijn deze eisen opgenomen voor steenachtige bouwmaterialen in een werk. De eisen uit het Bbk zijn gebaseerd op een risicobeoordeling voor ecosysteem en de mens volgens de bron-pad-receptor aanpak. Niet steenachtige bouwmaterialen vallen buiten dit besluit.

### 3.3 Casus afvalwater

#### 3.3.1 Beschrijving afvalstroom

De afvalwaterstromen onderscheiden zich door hun vloeibare aard van de stromen van vaste afvalstoffen. Het is van belang zich te realiseren dat afvalwater in verschillende mate verontreinigd kan zijn.

Afvalwater is in de wet milieubeheer gedefinieerd als "alle water waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen". Er kan onderscheid gemaakt worden tussen verschillende verwijderingsroutes van de afvalwaterstromen. Er kan sprake zijn van afvoer via riool en rwzi of via een afvalwaterzuivering bij een bedrijf of via directe lozingen.

De verwijderingsroute via het riool bevat voornamelijk huishoudelijk afvalwater. Huishoudelijk afvalwater bestaat grofweg uit onderdelen van zeer verschillende aard: feces, urine en waswater, die in de huishoudens al worden samengevoegd. Dit wordt in Nederland via het gemeentelijk vuilwaterriool afgevoerd naar de rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's). Hieraan liggen onder andere gezondheidsrisico's van dit afvalwater ten grondslag. De rwzi's worden beheerd door de waterschappen, die als hoofdtak beheersing van waterkwantiteit en – kwaliteit hebben. Bij de rwzi vindt een zuiveringsstap plaats, waarna het gezuiverde afvalwater wordt geloosd op het oppervlaktewater (gereguleerd door de Europese Kaderrichtlijn water) en het zuiveringsslib wordt afgevoerd voor verbranding.

In het riool wordt deze afvalwaterstroom (al dan niet onbedoeld) vermengd met nog andere afvalwaterstromen. Veel van het afvalwater dat nu via het riool wordt afgevoerd naar de rwzi is daar eigenlijk niet geschikt voor. Soms is het te schoon, zoals hemel- en grondwater. In andere gevallen is de rwzi ongeschikt voor de zuivering van specifiek afvalwater maar is er geen geschikt alternatief. Dit mengen van afvalwaterstromen is vanuit duurzaamheidsoogpunt minder efficiënt, aangezien terugwinning van grondstoffen uit het slib of residu efficiënter wordt naarmate de concentratie in het afvalwater toeneemt. De rwzi wordt zo gebruikt als een veiligheidsvoorziening voordat het afvalwater in het oppervlaktewater terechtkomt. De waterbeheerder gebruikt de rwzi dan als een calamiteitenborging in het belang van de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Het gezuiverde afvalwater, ook een grondstof, uit een rwzi wordt juridisch gezien niet geclassificeerd als afval. Het zuiveringsslib wordt wel gezien als afval. Dit slib, of producten of grondstoffen daaruit, kunnen in principe met einde-afvalcriteria beoordeeld worden. Daarvoor moeten ze voldoen aan de vier voorwaarden voor einde afval uit de Afvalstoffenrichtlijn, net zoals bij bouwstoffen. Op dit moment vindt er voor het slib vooral laagwaardige verwerking plaats zoals vergisting en verbranding. Grondstofwinning uit slib staat nog in de kinderschoenen.

Voor de verwijdering van bedrijfsafvalwater het bedrijf verantwoordelijk. Dit afvalwater moet in principe aan de bron worden gezuiverd op het eigen bedrijfsterrein, waarna het gezuiverde water alleen via lozingseisen, vergunningen en algemene regels geloosd mag worden op het oppervlaktewater of op of in de bodem. Het vormt hiermee een aparte afvalwaterstroom. Bedrijven hebben er dus belang bij het water niet of zo min mogelijk te verontreinigen, omdat ze zelf voor de zuivering (financieel) verantwoordelijk zijn. Door deze preventieprikkel zijn einde-afvalcriteria voor het slib wellicht niet relevant, omdat er weinig te winnen valt. Voor het te lozen water zijn eisen uiteraard wel van belang, maar daarvoor bestaan al de lozingseisen.

Daarnaast zijn er nog relatief schone afvalwaterstromen zoals sanerings- en bronneringswater of afstromend hemelwater van bodembeschermende voorzieningen. Terugwinning van stoffen uit deze afvalwaterstromen is nauwelijks aan de orde vanwege de lage concentraties.

### 3.3.2 *Het beleidsniveau (1)*

In de Europese richtlijn stedelijk afvalwater is in artikel 12, lid 1 opgenomen dat gezuiverd afvalwater indien mogelijk hergebruikt dient te worden. In de Wet Milieubeheer wordt op rijksniveau een duidelijke richting gegeven hoe dit ingevuld zou moeten worden, maar lokale overheden hebben beleidsvrijheid en kunnen hier hun eigen invulling aan geven. In artikel 10.29a is vanwege het belang van de bescherming van het milieu aangegeven dat de verwijdering van afvalwater volgens een voorkeursvolgorde plaatsvindt. Schoon water dient bij voorkeur ter plaatse te worden teruggebracht in het milieu (oppervlakte water of bodem) en afvalwater afkomstig van bedrijfsmatige activiteiten dient bij voorkeur, na zuivering bij de bron, direct in het milieu gebracht te worden, bijvoorbeeld door het te lozen in het oppervlaktewater of op de bodem.

Voor bedrijfsafvalwater heeft dit tot gevolg gehad dat door zuiveringsheffingen, lozingsheffingen en/of kosten voor zuiveringsinstallaties ivm lozingseisen voldoende prikkels zijn ontstaan om het water zo min mogelijk te vervuilen. Het water kan dus makkelijker geschikt gemaakt worden voor nieuwe doelen en het slib bevat weinig verontreinigingen waardoor dit ook makkelijker nieuwe toepassingen zou kunnen vinden (zoals de fosfaatwinning uit afvalwater van aardappelproducenten).

Als naar het huidige systeem van de afvalwaterstroom in het riool wordt gekeken, zijn de prikkels door deze verplichtingen niet sturend genoeg gebleken voor grootschalig hergebruik en scheiding van afvalwater. Het is interessant te onderzoeken waardoor dat komt. Het kan zijn dat hier voornamelijk praktische redenen aan ten grondslag liggen. Wellicht dat bijvoorbeeld grotere financiële consequenties meer sturend kunnen zijn, zoals dat bij bouwstoffen is geregeld (stortverbod, met hoge kosten als het wel nodig is).

Van oudsher is de infrastructuur voor huishoudelijk afvalwater (riool en rwzi) bedoeld om te kunnen voldoen aan de wettelijke verplichting om een goede waterkwaliteit na te streven (EU kaderrichtlijn water en waterwet) en gezondheidsrisico's te voorkomen. Waterschappen moeten de zuiveringstaak doelmatig vervullen (= kosteneffectief), maar juridisch gezien ontbreekt de duurzaamheidsverplichting in die zuiveringstaak. Het is de vraag waar de prioriteit van deze twee taken voor de waterschappers onder de huidige wetgeving ligt (Gerbrandy e.a., 2012).

### 3.3.3 *Het sectorniveau (2)*

Gemeenten en waterschappen zijn gezamenlijk verantwoordelijk voor het beheer van stedelijk afvalwater. Gemeenten zijn verantwoordelijk voor aanleg en onderhoud van het rioolstelsel, waarin het afvalwater dat wordt "aangeboden" door huishoudens wordt verzameld en getransporteerd. Daar ligt het voorkomen van gezondheidsrisico aan ten grondslag. De gemeente zorgt ervoor dat het riool voldoende capaciteit heeft voor het volume afvalwater dat afgevoerd moet worden.

De waterschappen beheren de zuivering vanuit het oogpunt van de waterkwaliteit. De zuiveraar heeft belang bij een zo geconcentreerd mogelijk afvalwater. Met dit "dikke" afvalwater kan een hoger zuiveringsrendement bij de rwzi behaald worden. Het waterschap heeft dan ook belang bij de

voorkeursvolgorde van de Wet Milieubeheer waarbij het schone water ter plaatse wordt hergebruikt of terug in het milieu wordt gebracht. Maar met de waterkwaliteit voor ogen heeft het waterschap er ook belang bij dat licht verontreinigd afvalwater (hemelwater, grondwater) soms via het vuilwaterriool wordt afgevoerd en dus bij de rwzi terecht komt.

In het buitenland is deze zuiveringstaak overwegend niet in handen van de tegenhangers van de Nederlandse waterschappen, maar is deze veelal in handen van gemeenten, waterketenorganisaties, nutsbedrijven of marktpartijen (Gerbrandy e.a., 2012). Deze partijen moeten en kunnen vanuit een bredere (meer circulaire) blik naar de inrichting van het systeem kijken en kunnen eventueel andere prioriteiten stellen dan de Nederlandse waterbeheerder, die voornamelijk de waterkwaliteit moet borgen.

Initiatieven voor specifieke scheidingstechnieken en grondstofwinning komen in de praktijk vooral van de waterbeheerders, al dan niet in samenwerking met commerciële en onderzoekspartijen. Afnemers voor producten uit deze hergebruikketen ontbreken nog grotendeels. In tegenstelling tot in de bouwwereld zullen de producten uit het afvalwater een toepassingsgebied veelal buiten de afvalwaterwereld moeten vinden. Daarmee krijg je veel complexere "cirkels". De eventuele producten uit deze cirkels moeten nog een plaats vinden op de markt. Dan kan ook de marktwerking weer meer stimulans geven voor hergebruik.

Een mooi voorbeeld voor een initiatief hiervoor is het ketenakkoord Fosfaatkringloop, getekend op 4 oktober 2011 (Rijksoverheid, 2011). Hierin hebben verschillende partijen - overheid, onderzoeksinstituten en bedrijfsleven - gezamenlijk de ambitie om binnen twee jaar een duurzame markt te creëren waarin zoveel mogelijk te hergebruiken fosfaatstromen op een milieuverantwoorde wijze in de kringloop worden teruggebracht. Naast beschikken over de juiste technologie en investeringen in de procesindustrie is het ook van belang dat de overheid de nieuwe markt te stimuleert. Daarbij moeten ook nieuwe (circulaire) materiaalketens gevormd worden. Innovatieve bedrijven kunnen de markt creëren als zij hierin worden ondersteund door de juiste kennis en technologie en de juiste randvoorwaarden in wet- en regelgeving (Rijksoverheid, 2011).

In de toekomst is de rwzi wellicht niet meer de enige of meest geschikte plek voor het terugwinnen van grondstoffen. In opkomst is decentrale sanitatie, waarbij lokaal wordt gezuiverd. Dit geeft wellicht nieuwe mogelijkheden voor innovatie op het gebied van terugwinning uit afvalwater, waarbij de rollen ook bij andere partijen kunnen komen te liggen. Dat is een geheel andere benadering met vergaande consequenties als dat op grote schaal wordt toegepast, onder andere voor het huidige stelsel van centrale rwzi's.

#### 3.3.4 *Het productniveau (3)*

Afvalwater heeft veel potenties tot terugwinning van grondstoffen en opwekking van energie. In de huidige situatie zijn de rwzi's de logische plaats om dat te realiseren. Daar vinden op dit moment ook al veel initiatieven plaats en wordt alom naar innovatie gekeken (zie Tekstkader 6). Veelal gaat het dan om initiatieven voor het winnen van grondstoffen of energie. Bij weinig van deze initiatieven is al een duidelijk beeld van het precieze product op basis van die grondstoffen dat op de markt kan worden gebracht. Dat betekent ook dat het nog niet goed mogelijk is om op productniveau te kijken naar mogelijkheden

voor einde-afvalcriteria, want dan moet het toekomstig gebruik bekend zijn. Het winnen van cellulose of microplastics bijvoorbeeld, is technisch gezien al goed ontwikkeld, maar het is nog niet precies duidelijk welke producten daarvan gemaakt gaan worden en of daar een markt voor is.

Voor het gezuiverde water zelf bestaan wel criteria: in de vorm van lozingseisen, meestal vastgelegd in algemene regels. Die zijn afhankelijk van de lozingsroute (bodem, oppervlaktewater) en dus afhankelijk van het toepassingsgebied. Doordat gezuiverd water vaak weer geloosd wordt op het oppervlakte water wordt het meestal niet als grondstof gezien. Het gezuiverde water kan wel gebruikt worden als bijvoorbeeld gietwater in de land- en tuinbouw. In dit geval is het wel een grondstof waar specifieke criteria aan kunnen worden gesteld.

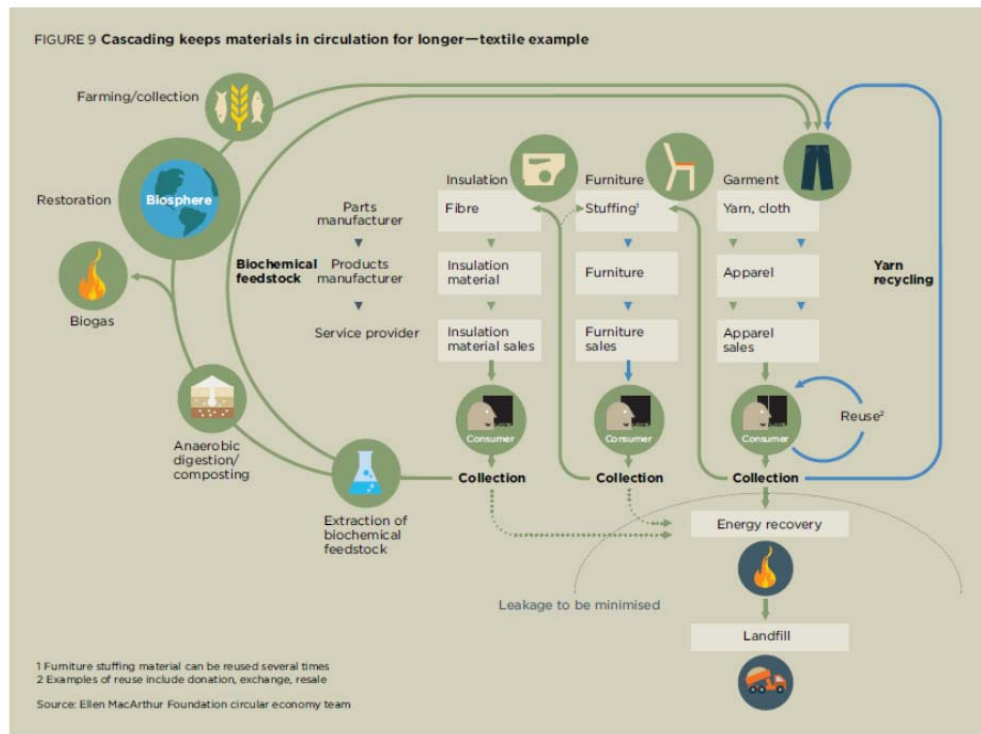
Op die manier is het ook te verbreden naar andere toepassingen, bijvoorbeeld door afvalwater te zuiveren tot het niveau van gietwater voor de glastuinbouw. De tuinder geeft dan aan wat de "producteisen" aan het water zijn (afhankelijk van de teelt), waardoor een vraag-aanbod situatie kan ontstaan (marktwerking).

Positieve uitzondering is de productie van struviet uit fosfaat uit afvalwater van aardappelproducenten. Dit product wordt gemaakt uit een specifieke stroom van bedrijfsafvalwater met als specifiek doel het op de markt te zetten als meststof in de landbouw. Om op de Nederlandse markt verkocht te mogen worden, moet dit product voldoen aan de eisen uit de Meststoffenwet. Waarschijnlijk wordt dit vanaf 1 januari 2014 toegestaan door de ministeries EZ en IenM. De eisen uit de meststoffenwet kunnen in dit geval gezien worden als een soort einde-afvalcriteria, waardoor de grondstof fosfaat uit het afvalwater het label "afval" verliest en het als product op de markt gezet kan worden.

## 4 Synthese

Een holistische benadering van materiaalgebruik, waarbij de hele keten van grondstoffen, producten, afval en nieuwe grondstoffen wordt beschouwd is noodzakelijk voor het ontwikkelen en toepassen van einde-afvalcriteria. Zowel de principes van de circulaire economie (Ellen MacArthur Foundation, 2012), het JRC protocol voor End-of-Waste (Delgado e.a., 2009) als het tweede Landelijk Afvalplan (VROM, 2010) gaan uit van deze keten benadering.

Het combineren van ketens (afval uit de ene keten is grondstof in de andere keten) maakt de ketenbenadering complex. Dit combineren wordt in termen van de circulaire economie "cascaderen" genoemd. Het voorbeeld uit Figuur 4.1 laat goed zien wat dit inhoudt. Katoenvezels worden gebruikt om kleding te maken, daarna dienen ze als vulmateriaal in meubels en na de levensduur van de meubels kunnen de vezels gerecycled worden als isolatiemateriaal. Als laatste kunnen de vezels verwerkt worden middels biovergisting. Cascaderen betekent ook dat er keuzes gemaakt moeten worden over in welke keten het materiaal wordt gerecycled. Wordt het materiaal hergebruikt of ga je het verbranden voor het terugwinnen van de energie? Het doel van deze afweging is dat er zoveel mogelijk waarde aan het materiaal wordt toegevoegd, of behouden, met zo min mogelijk impact op milieu- en gezondheid.



Figuur 4.1: Presentatie van de circulaire economie en het principe van cascadering volgens de Ellen MacArthur Foundation (2012). Textiel kan in meerdere levensfasen gebruikt worden. Het materiaal dat overblijft na een levensfase kan weer worden gebruikt als grondstof voor een volgende levensfase (Bron: Ellen MacArthur Foundation, 2012)



Wij stellen drie conceptuele niveaus voor, om de ketenbenadering en cascadering in de circulaire economie vorm te geven. Deze drie niveaus worden in de volgende paragraaf kort beschreven en daarna per niveau uitgewerkt voor de twee onderwerpen bouwstoffen en afvalwater.

*Tabel 4.1: Schematisch overzicht van de bouwstoffen en afvalwater case in relatie tot de drie niveaus*

<b>Niveau</b>	<b>Bouwstoffen</b>	<b>Afvalwater (slib)</b>
<b>Beleid</b>	Stortverbod steenachtige materialen Ambitie LAP	Waterkwaliteit/kwantiteit als uitgangspunt
<b>Sector</b>	<i>keten:</i> bouw- en sloopafval: Bedrijven (sloop, verwerking, afnemers) <i>kennis:</i> bedrijven + Brancheverenigingen <i>waarde:</i> stijgt in iedere stap in keten	<i>keten:</i> (afval)waterverwerkers: bedrijven, gemeenten, waterschappen <i>kennis:</i> STOWA + instituten <i>waarde:</i> nog geen duidelijke ontwikkeling
<b>Product</b>	<i>EoW:</i> steenachtige materialen <i>criteria:</i> Regeling puingranulaat, Besluit bodekwaliteit	<i>EoW:</i> op basis gebruik als grondstof / meststof (/energiewinning) <i>criteria:</i> Meststoffenwet

#### 4.1 Het beleidsniveau (1)

Het eerste niveau, het beleidsniveau, is het niveau waarop de overheid exclusief opereert. Op dat niveau wordt het beleid gemaakt om bepaalde ketens te stimuleren en andere ketens te ontmoedigen. Dit stimuleren kan door onder andere bepaalde materiaalstromen te verbieden en hergebruik te faciliteren. Bijvoorbeeld het stortverbod van granulaat uit bouw- en sloopafval en het faciliteren door middel van een einde-afval regeling rond bouwgranulaat.

In Paragraaf 2.3 van dit rapport zijn een aantal Europese regelingen gepresenteerd die verband houden met einde-afval en hergebruik als grondstof. Daaruit is ook gebleken dat sommige regelingen nog niet goed op elkaar aansluiten, zoals de Afvalstoffenrichtlijn en de einde-afvalcriteria die gelijk zouden moeten zijn met de productcriteria uit de Bouwproductenrichtlijn. Ook blijkt dat er tegengestelde belangen spelen op overheidsniveau. Het waterschap heeft vanuit het oogpunt van de waterkwaliteit soms de voorkeur voor het afvoeren van afvalwaterstromen via het vuilwaterriool, maar vanuit zuiveringsoogpunt (ook een belang van de waterbeheerder in Nederland) is het mengen en/of verdunnen van afvalstromen niet wenselijk. Het is wenselijk deze afweging zo expliciet mogelijk te maken.

Op dit beleidsniveau moet een goede afstemming bestaan tussen verschillende overheden. Dit geldt voor de verschillende lagen van de overheid, Europees, nationaal en lokaal. Daarnaast geldt dit ook binnen overheden, waaronder departementen binnen de rijksoverheid. Deze afstemming moet de tegengestelde belangen wegnemen en of beter afwegen en zorgen voor aansluiting van regelingen. De afstemming tussen de verschillende overheden is al eerder aanbevolen door Bastein e.a. (2013).

Binnen de scope van dit rapport beschouwen we het beleid rond de einde-afvalcriteria voor bouwstoffen en de mogelijkheden voor einde-afvalcriteria voor afvalwater. Deze einde-afvalcriteria zijn van belang voor het productniveau, het derde niveau in ons denkmodel. Het faciliteren van einde-afvalcriteria op het productniveau moet invulling geven aan het overkoepelend beleidsdoel van een meer duurzame ontwikkeling van de maatschappij. Dit beleidsdoel zit op het beleidsniveau, het eerste niveau in het model. Als materiaalstromen gaan verschuiven naar ketens waarin hergebruik centraal staat worden er minder energie en grondstoffen verbruikt. Dit verschuiven van materiaalstromen vindt plaats op het sectorniveau, het tweede niveau tussen het beleidsniveau en productniveau in.

#### **4.2 Het sectorniveau (2)**

In de beleidsbrief "Groene groei" worden vier pijlers genoemd waarop het kabinetsbeleid zich richt:

1. Slimme inzet marktprikkels;
2. een stimulerend kader met dynamiek bevorderende wet- en regelgeving;
3. innovatie; en
4. overheid als netwerkpartner.

De eerste twee pijlers vereisen dat de overheid goed inzicht heeft in het grondstoffengebruik, energie, duurzaamheid en marktsysteem rond de verschillende ketens nu en in de toekomst. De laatste twee pijlers betekenen dat het bedrijfsleven en stakeholders ook over dit inzicht kunnen beschikken en eventuele nieuwe inzichten voor het voetlicht kunnen brengen.

Inzicht in ketens betekent enerzijds gewoon kennis van gegevens over grondstoffen, de markt, de producten en de hergebruiksmogelijkheden. Anderzijds is kennis nodig over afgeleide gegevens zoals duurzaamheid, energiegebruik en watergebruik. Voor een goed lopende circulaire economie is het wenselijk om de materiaalstromen tussen de verschillende ketens zo goed mogelijk te optimaliseren. Deze optimalisatie moet zich niet alleen richten op economische waarde maar ook op de andere waarden van de duurzaamheidsdimensie: milieu en maatschappij. Daarbij speelt ook het energie verbruik, ruwe grondstoffenverbruik, milieu-impact, restafval, et cetera.

De markt, afvalverwerkers en rwzi-beheerders kunnen dit inzicht weer gebruiken voor het zoeken naar economische kansen. Welke afvalstromen zijn beschikbaar om weer nieuwe producten te maken. Innovatie is daarbij een belangrijke factor en de overheid kan een belangrijke rol spelen als facilitator. Daarnaast moeten verschillende partijen uit de markt elkaar kunnen vinden. Een materiaalstroom wat voor de ene partij niet meer bruikbaar is kan voor de andere partij nuttig materiaal zijn.

In de bouwwereld zie je dat partijen elkaar goed kunnen vinden. Sloopbedrijven besteden aandacht aan het scheiden van het afval en kiezen een verwerker. De verwerker neemt het afval in en verwerkt het, afhankelijk van de vraag van potentiële afnemers tot een eindproduct. Als de vraag naar eindproducten verandert, bijvoorbeeld omdat de vraag naar granulaat afneemt, dan kan de materiaalstroom binnen de markt veranderen. Als de vraag naar cementgrondstoffen toeneemt dan zouden producenten die gespecialiseerd zijn in het verwerken van betonafval in cementgrondstoffen op die vraag in kunnen spelen. Dan neemt ook de vraag toe naar zuiverder betonafval, zonder baksteenresten. Sloopbedrijven zouden hun afvalscheidingsproces daarop aan

kunnen passen. De flexibele infrastructuur is ook een voordeel. Materiaalstromen kunnen eenvoudig vervoerd worden per vrachtwagen. Verwerkingsinstallaties kunnen soms ook vervoerd worden waardoor afvalverwerking dicht bij de sloopwerkzaamheden mogelijk is.

Het sectorniveau in de afvalwaterwereld ziet er heel anders uit. Hierin opereren naast burgers en bedrijven (de "aanbieders") een aantal vaste partijen (gemeenten en waterschappen) die naast de materiaalstromen ook de infrastructuur beheren. Beide partijen hebben naast een gezamenlijk belang ook verschillende belangen. Bijvoorbeeld het belang van een veilige afvoer ten behoeve van de waterkwaliteit versus een ongemengde en onverdunde afvalstroom ten behoeve van een efficiënte zuivering.

Door de inflexibele infrastructuur van de afvalwaterketen is het ook lastiger om materiaalstromen te verschuiven op basis van vraag en aanbod. Daarnaast kunnen verschillende initiatieven elkaar ook nadelig beïnvloeden. Grootschalige decentrale zuivering heeft een kleinere reststroom op de rwzi tot gevolg, wat terugwinnen van grondstoffen bij de rwzi minder aantrekkelijk maakt. Een duidelijke langetermijnvisie kan zorgen voor een optimalisatie van een duurzame inrichting van de afvalstroom. Aan de hand van deze visie kunnen marktpartijen dan gericht op zoek naar commerciële mogelijkheden om grondstoffen te produceren op basis van afvalwater.

### **Tekstkader 5: Rubbergranulaat**

Als rubberen banden, zoals autobanden, aan het einde van hun levensduur zitten dan worden ze afgedankt en zijn ze dus afval. Autobanden hebben gelukkig diverse opties voor recycling, zoals consolidatiemateriaal in groeven en mijnen, energiebron en granulaat. Over dat granulaat gaat dit voorbeeld.

Op kunstgras sportvelden worden zandkorrels gebruikt om het veld gunstige eigenschappen te geven voor balspelen. Nadeel van het zand is dat bij een sliding of een val het zand schaaf- en brandwonden kan veroorzaken. Vooral in het voetbal is dat lastig. Rubberen korrels hebben dat nadeel niet. Daarom worden deze korrels toegepast op kunstgrasvelden voor voetbal. Het rubber materiaal is afkomstig van ruwe grondstoffen of van vermalen rubberen banden.

Een eigenschap van rubber is dat het voor de stevigheid grote hoeveelheden silicium bevat. Daarmee valt het onder de steenachtige bouwmaterialen uit het besluit bodemkwaliteit. In dat besluit staat voor steenachtige bouwmaterialen een samenstellingseis voor minerale olie. Die minerale olie is een ander hoofdbestandsdeel en daarom in grote hoeveelheden aanwezig in het rubber. De samenstellingseis in het Bbk komt uit een tijd dat rubberkorrels als hergebruik nog niet op de markt waren. Regelgeving stond het hergebruik van rubber banden dus in de weg.

Op basis van een bron-pad-receptor benadering is vervolgens voor het rubberproduct in de toepassing op sportvelden een analyse gemaakt van de kans dat de minerale olie in het milieu terecht zou komen. De producenten van het materiaal hebben metingen verricht om de bron vast te stellen. Deze metingen zijn vervolgens gebruikt om de emissie naar sloten naast de sportvelden te berekenen. Op basis van deze emissie is een waterconcentratie berekend die is vergeleken met risiconiveaus voor oppervlaktewater. Op basis

### **Tekstkader 5: Rubbergranulaat**

van de resultaten van deze studie is een vrijstelling verleend voor op sportveld toegepaste rubberen korrels.

Naast bovengenoemde studie zijn de korrels ook beoordeeld op uitloging van zink en uitdamping van nitrosaminen. Ook op basis van een bron-pad-receptor benadering.

Einde afval criteria zouden, naast technische eisen, in dit geval gebaseerd kunnen zijn op de kwaliteitscontrole tijdens de productie en de samenstelling van de korrels. Omdat de rubberband een relatief uniform product is, met bekende samenstelling, is het daadwerkelijk meten van de samenstelling meestal niet nodig. De kwaliteitscontrole, en dan vooral het voorkomen van ongewenste bandensoorten in het proces, en daaraan gestelde criteria zouden leidend kunnen zijn voor de einde afval-criteria.

Deze case was bedoeld om recycling van rubberbanden als korrels op sportvelden te bevorderen. Dit is gedaan door het wegnemen van belemmerende regelgeving. In deze case zijn geen vragen beantwoord op ketenniveau. De hergebruikte rubberkorrels vervangen in de markt rubberkorrels op basis van ruwe grondstoffen. Deze ruwe grondstoffen bevatten veel, naar verwachting fossiele, olieproducten.

Het rubber van de banden had ook gebruikt kunnen worden als energie bron in de staalindustrie of bij het sinteren van cement. Dat had weer fossiele brandstoffen kunnen vervangen.

Aan het einde van de levensduur van de korrels op de sportvelden is het de vraag of zij nog hergebruikt kunnen worden. Als de korrels teruggewonnen kunnen worden zijn zij misschien nog geschikt voor nieuw hergebruik of als energiebron. In termen van de circulaire economie hebben we dan langer voordeel gehad van de waarde het rubber door ze langer in de cirkel te houden. Echter in termen van de levenscyclus weten we nog niet zeker of we de waarde van het rubber ten volle hebben benut.

### **4.3 Het productniveau (3)**

Einde-afvalcriteria liggen op het niveau van het product. De afvalverwerker en/of grondstofproducent wil op basis van eenduidige, eenvoudige en gemakkelijk te toetsen criteria zijn product op de markt kunnen zetten. De consument wil erop kunnen vertrouwen dat een product veilig is. Diverse Europese regelingen benadrukken dat activiteiten of producten niet mogen leiden tot afname van de kwaliteit van onze leefomgeving. Voorbeelden daarvan zijn de Bouwproductenregeling waarin staat dat bouwproducten geen nadelige effecten mogen hebben op mens en milieu en dat ze duurzaam moeten zijn. De Kaderrichtlijn water stelt dat voorkomen moet worden, of in ieder geval gelimiteerd, dat schadelijke stoffen in grond- of oppervlakte water terecht komen.

Het Nederlandse Besluit bodemkwaliteit (Bbk) heeft als doel de bodem duurzaam te beheren en geschikt te houden voor het gebruik waar de bodem voor bedoeld is. In het Bbk zijn voor bouwproducten (steenachtige vormgegeven en niet vormgegeven bouwstoffen) criteria opgenomen voor de uitloging van deze stoffen. Deze criteria zijn eenvoudig te toetsen zijn en bevorderen daarmee de overgang van afval naar grondstof. De criteria zijn afgeleid volgens het bron-pad-receptor model. De bron, de uitloging uit het bouwproduct, emitteert stoffen die via het pad van de bodem in bodem of het grondwater terecht komen. Door uit te gaan van het maximale risico van de stof in bodem of grondwater is modelmatig terug te rekenen wat de maximale emissie mag zijn. Hetzelfde principe geldt voor uitdamping van gelijmde houtvezelplaten waarbij schadelijke dampen via de binnenlucht bij de mens terecht kunnen komen.

Echter innovatie betekent ook dat er nieuwe producten op de markt komen, producten met stoffen waarvoor nog geen risicogrenzen bestaan, of stoffen waarvan het stofgedrag nog niet goed bekend is. Bijvoorbeeld huishoudelijk afvalwater bevat medicijnresten en als op basis van het afvalwater producten worden ontwikkeld dan is er een risico dat ook deze nieuwe producten medicijnresten bevatten. Het vaststellen van de aanwezigheid van deze medicijnresten is vaak erg lastig, de stoffen en de hoeveelheid zijn moeilijk aan te tonen. Daarnaast zijn er nog nauwelijks risico criteria voor deze medicijnresten. Voor het vaststellen van einde-afvalcriteria voor het product leidt dit tot onzekerheden in deze criteria.

Nieuwe producten leiden er ook toe dat specifieke paden in de bron-pad-receptor benadering overwogen moeten worden, naast de meer algemene paden zoals bodem, water en binnenlucht. Bijvoorbeeld in het geval van rubbergranulaat op sportvelden. Het pad is in die situatie niet de bodem maar de onderliggende technische laag van zand en lava en de drainage daaruit naar het oppervlaktewater (zie Tekstkader 5). Of bij de toepassing van metalen bouwproducten de afspoeling van regenwater naar een infiltratie bekken zoals een 'wadi'. Dergelijke specifieke paden zijn product, of productgroep, afhankelijk en compliceren het opstellen van milieu hygiënische einde-afvalcriteria.

Onzekerheden in potentiële producten leiden ook tot onzekerheden bij potentiële producenten. Als er onduidelijkheden zijn over de productcriteria dan zal dit remmend werken op de productontwikkeling. Einde-afvalcriteria kunnen opgesteld worden op alleen de (technische) kwaliteit van het proces, inclusief inname van het afval, en het product. Deze zouden dan voldoende zekerheid moeten bieden dat het product niet tot gezondheidseffecten leidt. Echter zonder product of proces is het niet eenvoudig om die kwaliteitscriteria op te stellen.

Binnen de bouwstoffensector is al veel ervaring opgedaan met producten op basis van hergebruik. Vooral ook omdat hergebruiksproducten, zoals granulaat, goed aansluiten op bestaande regelingen met betrekking tot kwaliteit van product en proces. Er is ook een duidelijke markt voor deze producten. Ook de acceptatie van het product is hoog, weinig afnemers hebben moeite met een product uit afval, voor zover er in de perceptie van de afnemer nog sprake is van afval.

Voor de afvalwatersector ligt dit anders. Verbranding of vergisting is een laagwaardige maar eenvoudige oplossing om van het afval af te komen en is daarom een voor de hand liggende keuze. Het winnen van grondstoffen uit afvalwater bevindt zich nog goeddeels in de innovatiefase (zie Tekstkader 6), waarbij wel veel aandacht is voor de verschillende te winnen grondstoffen, maar waarbij de concrete markt nog gevonden moet worden. Potentiële producten hebben last van de eerder genoemde onzekerheden rond de productcriteria. Als

laatste speelt perceptie nog een rol. Producten uit afvalwater, en sommige andere afvalstromen, kunnen bij potentiële afnemers weerstand oproepen door enerzijds de associatie met uitwerpselen of anderzijds door onzekerheid van de aanwezigheid met onbekende stoffen. Goede einde-afvalcriteria en een goede marketingstrategie kunnen dat oplossen.

## **Tekstkader 6: Initiatieven voor nuttige toepassing van (stoffen of energie) afvalwater, op niveau drie: verwerking**

### *Energieneutraal maken van zuiveringen*

Door vergisten van afvalstromen van derden en warmtelevering aan naastgelegen woonwijken kan een energie-neutrale situatie worden gecreëerd. Zo wordt een zuivering een "energiefabriek". Nieuwe technieken voor het kraken van slib

### *Nieuwe sanitatie:*

Decentraliseren en lokaal zuiveren van afvalwater. Voorbeelden: Pharmafilter (specifiek voor ziekenhuisafval).

### *Stikstof en fosfaat uit rioolwater*

Fosfaat uit afvalwater wordt door toevoeging van magnesium omgezet in struvietkristallen, dat na ontleding direct toepasbaar is als kunstmest. De ammoniak die vrijkomt bij ontleding in een brandstofcel kan omgezet worden in energie. Stikstof verwijderen uit afvalwater kost gewoonlijk energie, maar bij dit initiatief levert stikstof uit afvalwater (of urine/mest) energie op. (DHV)

Terugwinnen van fosfaat uit rioolwaterslib kan, maar de conventionele hulpstof daarvoor kan tot milieuproblemen leiden. Een milieuvriendelijke methode voor terugwinning, met hulp van fosfaatkorrel-producerende bacteriën in het slib, wordt ontwikkeld. (WUR/Wetsus)

### *Bioplastic uit afvalwater*

Een combinatie van twee technieken: de een maakt van groenafval een vetzuur die dient als grondstof voor bioplastic, de ander maakt met hulp van deze vetzuren biopolymeren uit afvalwater. Deze plastics zijn volledig afbreekbaar en toepasbaar bijvoorbeeld als medische hulpmiddelen (pinnen voor botbreuken) of opbindmateriaal planten. Partijen die onderdeel van de keten moeten nu samen gaan werken aan de productie en afzet van de biopolymeren. (veolia)

### *Cellulose*

Mogelijkheden voor terugwinnen van cellulose uit rioolwater met een zeeftechniek worden onderzocht. Verdere marktontwikkeling voor toepassing van deze cellulosebron moet nog plaatsvinden (Aa en Maas). De mogelijke opwerking van zeefgoed kan verder onderzocht worden. Vanuit de cradle gedachte lijkt papierproductie uit zeefgoed een prima oplossing, zeefgoed bestaat immers voor circa 80% uit cellulose, maatschappelijke acceptatie ontbreekt echter hiervoor. Productie van vetzuren zou een goed alternatief kunnen zijn.

Er zal in overleg met Agentschap nl bepaald moeten worden wat de classificatie van zeefgoed is. Roostergoed is nu bijvoorbeeld gevaarlijk afval, maar het ligt voor de hand dat voor zeefgoed een andere classificatie mogelijk is. Deze classificatie is van invloed op de afzetkosten. Daarom is de afvalclassificatie van zeefgoed nodig voordat de verwerkingsroute bepaald kan worden. (Ruiken, C.,

Klaversma, E., Breuer, G., Neef, R., n.d. Influent fijnzeven in rwzi's ( No. 2010-19). STOWA.)

### *Verbinden van technologieën*

### **Tekstkader 6: Initiatieven voor nuttige toepassing van (stoffen of energie) afvalwater, op niveau drie: verwerking**

Een afvalwaterzuivering wordt meer een duurzaamheidsstation met diverse technologieën dat nuttige grondstoffen produceert. Daardoor kunnen ze stikstof, fosfaat, biogas en water terugwinnen en energie opvangen.

Afvalwaterzuiveringsbedrijven krijgen daarmee een nieuwe rol, die van energieproducenten grondstoffen fabriek. Dit vergt vaak niet alleen technologische, maar ook organisatorische en bestuurlijke verandering. (Artikel waterspecial Telegraaf: Afvalwater zuiveren is grondstoffen produceren [WWW Document], 2013. URL <http://www.grontmij.nl/MediaCenter/Nieuwsarchief/Pages/Artikel-MediaPlanet-Afvalwater-zuiveren-is-grondstoffen-produceren.aspx?year=2013&month=3> (accessed 4.16.14). *Reinigen van rioolwater met behulp van audio-CD's*)

Het oppervlak van een draaiende cd wordt als platform gebruikt voor kleine rechtopstaande nanostaafjes (zinkoxide). Zinkoxide werkt als fotokatalysator, die met behulp van UV licht organische moleculen kan afbreken. (Spinning CDs to Clean Sewage Water [WWW Document], 2013. URL [http://www.osa.org/en-us/about\\_osa/newsroom/newsreleases/2013/spinning-cds-to-clean-sewage-water/](http://www.osa.org/en-us/about_osa/newsroom/newsreleases/2013/spinning-cds-to-clean-sewage-water/) (accessed 10.8.13).





## 5 Conclusies

De circulaire economie vereist een systeembenadering. In deze rapportage hebben we gekozen voor een systeembenadering op drie niveaus. Het beleidsniveau, het sectorniveau en het productniveau. Op het beleidsniveau wordt het algemeen beleid vastgesteld voor generieke prikkels zoals stortverbod van puingranulaat. Op productniveau wordt door middel van regels gefaciliteerd om van afval tot een product te komen, de zogenaamde einde-afvalcriteria. Het sectorniveau is het tussenliggende niveau waarin de materiaalstromen zich bevinden en waar aanbieder, afnemer en afvalverwerker elkaar moeten vinden.

Voor de bouwstoffen, vooral het puingranulaat, wordt op het beleidsniveau een duidelijke prikkel afgegeven dat het storten van puingranulaat ongewenst is. Op productniveau zijn er de einde-afvalcriteria beschikbaar zoals opgenomen in de aankomende regeling recycling betongranulaat. Door beide beleidsmatige instrumenten ontstaat er een markt van vraag en aanbod van materialen waarbij hergebruik centraal is komen te staan. Er worden op dit moment voor puingranulaat hergebruikspercentages bereikt tot 95%.

Voor afvalwater wordt op beleidsniveau via de Wet milieubeheer gestimuleerd tot hergebruik. Dit heeft echter niet voor alle afvalwaterstromen het gewenste effect. Voor bedrijfsafvalwater is hierdoor wel een prikkel ontstaan voor het zo min mogelijk vervuilen en zo goed mogelijk scheiden en zuiveren, maar voor huishoudelijk afvalwater kan daar nog wel een slag in gemaakt worden. Scheiding aan de bron is een belangrijk uitgangspunt in het afvalstoffenbeleid, waaronder afvalwater. Echter het huidige beleid voor afvalwater vanuit huishoudens is niet gericht op deze scheiding aan de bron. Op het productniveau zijn producten, waaronder grondstoffen, gewonnen uit afvalwater nog onvoldoende ontwikkeld en zijn productcriteria nog onduidelijk of zelfs afwezig. De initiatieven om te komen tot grondstofwinning uit afvalwater, inclusief energie, zijn daardoor ongestructureerd. Voor structureren van deze initiatieven zijn enerzijds prikkels nodig vanuit overheidsniveau en anderzijds een marktvraag naar producten (of grondstoffen) met bekende productspecificaties.

Het sectorniveau binnen het afvalwaterkader is totaal verschillend van dat bij de bouwstoffen. Bij bouwstoffen bepaalt het bedrijfsleven de materiaalstromen op het sectorniveau, bij afvalwater zijn dit de gemeenten en waterschappen. Gemeente en waterschap hebben daarin te maken met maatschappelijk strijdige belangen (waterkwaliteit en zuivering). Daarnaast bepalen gemeente en waterschap ook het beleid wat van toepassing is op het sectorniveau.

Het rioleringsstelsel is een rigide infrastructuur voor het verplaatsen van materiaal. Dat maakt dat in de huidige situatie de rwzi de logische plaats is voor winning van grondstoffen, echter de achterliggende structuur is niet gericht op gescheiden inzameling bij de bron. Bovendien zullen, in tegenstelling tot in de bouwwereld, de producten uit het afvalwater een toepassingsgebied buiten de afvalwaterwereld moeten vinden. Daarmee worden de "cirkels" veel complexer.

Op productniveau zijn alleen nog bij bouwproducten criteria ontwikkeld die voldoen aan einde-afvalcriteria. De einde afval-criteria voor puingranulaat zijn gebaseerd op zowel kwaliteitscriteria (BRL), productcriteria (EN) en milieucriteria (Bbk). De milieucriteria zijn onderbouwd volgens de bron-pad-receptor risicobenadering, een generieke benadering met in dit geval bodem (en grondwater) als eindpunt.

Voor het productniveau gelden, zowel bij bouwstoffen als afvalwater, de volgende algemene aandachtspunten voor de milieuhygiënische einde-afvalcriteria:

1. Uitgangspunt bij einde-afvalcriteria is het product wat gemaakt wordt van de afvalstof. De technische en milieuhygiënische producteisen zijn daarbij leidend. Via proces- en kwaliteitscontrole moet vertrouwen ontstaan dat het product ook daadwerkelijk aan die producteisen kan voldoen. Per product, of productgroep, moet gekeken worden welke criteria al bestaan en of de milieuhygiënische criteria voldoende bescherming bieden. Zo niet, dan moeten aanvullende milieucriteria worden opgesteld.
2. Bij het opstellen van milieuhygiënische criteria is het nodig om te weten voor welke stoffen dit nodig is. Afvalstoffen kunnen meer of andere schadelijke stoffen bevatten dan ruwe grondstoffen. Kennis van de productketen (de inputstroom) is noodzakelijk om deze schadelijke stoffen te kunnen identificeren.
3. Er moet inzicht zijn in de kwaliteit van de afvalstof, zowel technisch als milieuhygiënisch. Sterk wisselende kwaliteit leidt tot grotere onzekerheden in de eigenschappen van het eindproduct. Tenzij in het productieproces rekening wordt gehouden met deze wisselende kwaliteit en men het productie proces daarop aanpast om een product met een constante kwaliteit te creëren.
4. Voor de emissie van, eventuele, schadelijke stoffen zou per toepassing van het product of productgroep geïnventariseerd moeten worden welke bron-pad-receptor modellen, inclusief de risicogrenzen, beschikbaar zijn.
5. De onzekerheden in de emissie, bron-pad-receptor model, of risicogrenzen vereisen een pragmatische aanpak waarbij hergebruiksmogelijkheden voorop staan. Daarbij moet gekozen worden of de einde-afvalcriteria op basis van expert judgement of onderzoek gebaseerd moeten zijn. De expert judgement moet gebaseerd zijn op expertise op het gebied van materiaalkennis, emissiegedrag, gedrag in bodem- en grondwater, humane blootstelling, en idealiter in dialoog met de producent.

## 6 Aanbevelingen

### 6.1 Algemeen

De circulaire economie vereist een benadering op systeemniveau. Daarvoor is het nodig om kennis te verzamelen over de markt en levenscyclus van producten en materialen. Om goede interventies te ontwerpen bevelen we aan om de circulaire economie op de drie verschillende systeemniveaus te beschouwen en niet alleen gericht op een product. Voor ieder niveau zijn eigen interventies gewenst. Einde-afvalcriteria zitten voornamelijk op het productniveau maar zijn een onderdeel van de volledige levenscyclus in de circulaire economie.

Bij het vorm geven van einde-afvalcriteria voor in de circulaire economie is afstemming nodig tussen verschillende overheden en de diverse regelingen. Daarbij moet het beleid gerelateerd aan het afval aansluiten op richtlijnen en regels gerelateerd aan het product.

### 6.2 Bouwstoffen

De beoordelingsinstrumenten, bron-pad-receptor, voor milieu-impact op productniveau zijn in geval van steenachtige bouwstoffen en bodem al beschikbaar in de vorm van modellen. Wij bevelen aan om te identificeren in welke andere productketens deze modellen ook toegepast kunnen worden of waar nieuwe modellen ontwikkeld kunnen worden. Aanbevolen wordt om te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn voor einde-afvalcriteria in andere productketens van bouwmaterialen, bijvoorbeeld kunststof, hout, steenwol, PVC, asfaltgranulaat, etc.

In de bouwsector van Nederland is veel kennis rond recycling aanwezig en ook veel kennis voor de toetsing (productniveau) en kwaliteitsborging (certificering) van hergebruiksmaterialen. Wij bevelen om te onderzoeken welke kennis wij kunnen exporteren (vermarkten) naar de EU (en hoe) en hoe de Nederlandse economie kan profiteren van EU implementatie van onze eigen methodes, zoals die rond puingranulaat.

### 6.3 Afvalwater

Wij bevelen aan om bij het huishoudelijk afvalwater een langetermijnvisie te maken op de infrastructuur en de rol die beheerders en verwerkers, overheid en bedrijfsleven, daarin spelen (sectorniveau, niveau 2). Daarnaast bevelen we aan om te onderzoeken hoe de afvalwaterketen meer flexibel ingevuld kan worden, met het waterbeheer als randvoorwaarde. Bijvoorbeeld door stimuleren van lokale en/of kleinschalige initiatieven voor grondstoffenwinning waarbij bedrijfsleven en particulieren kunnen aanhaken op de infrastructuur.

Als laatste bevelen we aan om de ontwikkeling van productcriteria voor grondstoffen gewonnen uit afvalwater te faciliteren. Door onbekendheid van het product of ontbreken van producteisen bij afnemer zijn geen einde-afvalcriteria mogelijk. Door samenwerking tussen partijen zoals verwerker, afnemer, en overheid/toezichthouder kan helderheid ontstaan over product en criteria. Zorg vanuit overheidskant voor instrumenten rond beoordeling stoffen en materialen (zoals bij bouwstoffen). Daarbij is het wenselijk om aan te sluiten bij bestaande initiatieven en dat resultaten behaald binnen de initiatieven openbaar worden zodat alle partijen ervan kunnen leren. Daarbij moet ook geïnventariseerd

worden welke regelgeving belemmerend kan zijn en of deze belemmering inhoudelijk terecht is. Om bovenstaande vorm te geven bevelen wij aan om aan de hand van een concrete case, bijvoorbeeld terugwinning cellulose of fosfaat, te kijken hoe samenwerking tussen ketenpartners bevorderd kan worden, welk instrumentarium voor beoordeling nodig is en of deze aansluit op bestaande regelgeving.

## 7 Referenties

- Bastein, T., Roelofs, E., Rietveld, E., Hoogendoorn, A., 2013. Kansen voor de Circulaire economie in Nederland ( No. TNO 2013 R 10864). TNO.
- Delgado, L., Catarino, A.S., Eder, P., Litten, D., Luo, Z., Villanueva, A., 2009. End-of-Waste criteria ( No. JRC 53238). JRC.
- Eikelboom, R.T., 2012. Integrated evaluation of the performance of construction products with respect to European regulations. Presented at the WASCON 2012, Göthenburg.
- Ellen MacArthur Foundation, 2012. Towards The Circular Economy, Vol 1.
- European Parlement and Council, 1991. Urban waste-water treatment directive (91/271/EC).
- European Parlement and Council, 2008. Waste Framework Directive 2008/98/EC.
- European Parlement and Council, 2011. Roadmap to a Resource Efficient Europe, COM(2011) 571 final.
- European Parlement and Council, n.d. Construction Products Regulation 305/2011.
- Gerbrandy, A., Alonso, R.N., Rijswick, van, H., Verstappen, T., Vries, de, S., 2012. Innovatie en Duurzaamheid: valorisatie van afvalwater ( No. STOWA 2012-47).
- Guinée, J.B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., Ekvall, T., Rydberg, T., 2010. Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future†. Environ. Sci. Technol. 45, 90–96. doi:10.1021/es101316v
- Hu, M., Kleijn, R., Bozhilova-Kisheva, K., Di Maio, F., 2013. An approach to LCSEA: the case of concrete recycling. Int J Life Cycle Assess 1–11. doi:10.1007/s11367-013-0599-8
- Ministerie van Economische Zaken, 1997. Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen.
- Ministerie van Economische Zaken, 2013. Groene Groei: voor een sterke, duurzame economie.
- Rijksoverheid, 2011. Ketenakkoord Fosfaatkringloop.
- VRM, 2010. Landelijk Afvalbeheerplan 2 (LAP2).

**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*