

5. Oplossingsrichting 3: Sluiten van de materiaalketen

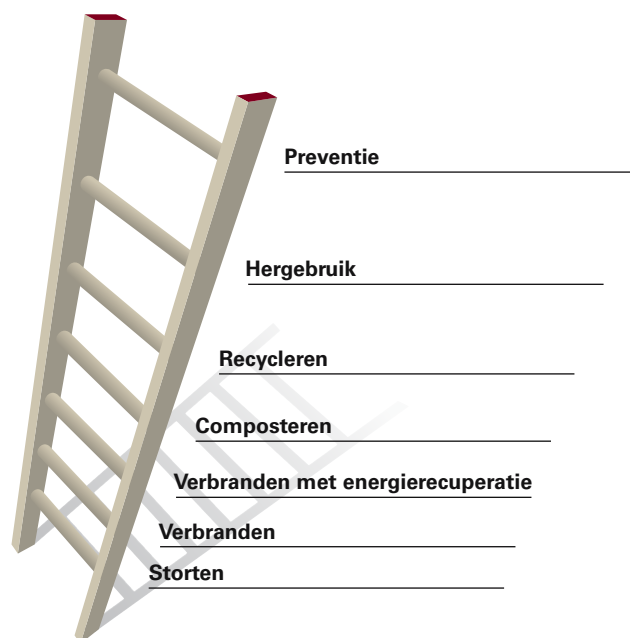
5.1 WAT HOUDT HET IN?

Sluiten van de materiaalketen betreft het hergebruik of recycling van producten, onderdelen, materialen én mineralen na de gebruiksfase (end-of-life solution). Doel is de keten zo volledig mogelijk te ‘sluiten’ en daarmee een materiaalcyclus te creëren. Dit betekent ook dat er nieuwe schakels in de keten bijkomen (na gebruik van het product): het inwinnen van producten, onderdelen, materialen en mineralen, het demonteren (van producten en onderdelen) en scheiden (mogelijk tot op materiaalniveau) en daarmee het herwinnen, zodat de grondstof weer ingezet kan worden voor nieuwe materialen en producten.

Een volledig gesloten keten betekent dat de processen van inwinnen, demonteren en herwinnen zo zijn ingericht dat er basismateriaal van voldoende kwaliteit ontstaat waarmee weer nieuwe (gelijkwaardige) materialen gemaakt kunnen worden. Dit impliceert dat er geen input/feed-in van virgin materialen meer nodig is op een bepaald moment. Dat staat natuurlijk haaks op de huidige businessmodellen van de chemie, maar er zijn nieuwe businessmodellen aan het ontstaan, zoals take-back en leasing.

Ladder van Lansink

Scheiden en hergebruik zijn niet de enige manier om afval te verwerken. Met de Ladder van Lansink³⁸⁾ is een ordening aan te brengen in de manieren waarop dit kan gebeuren. In de Ladder van Lansink hebben preventie en hergebruik de grootste voorkeur en storten de laagste.



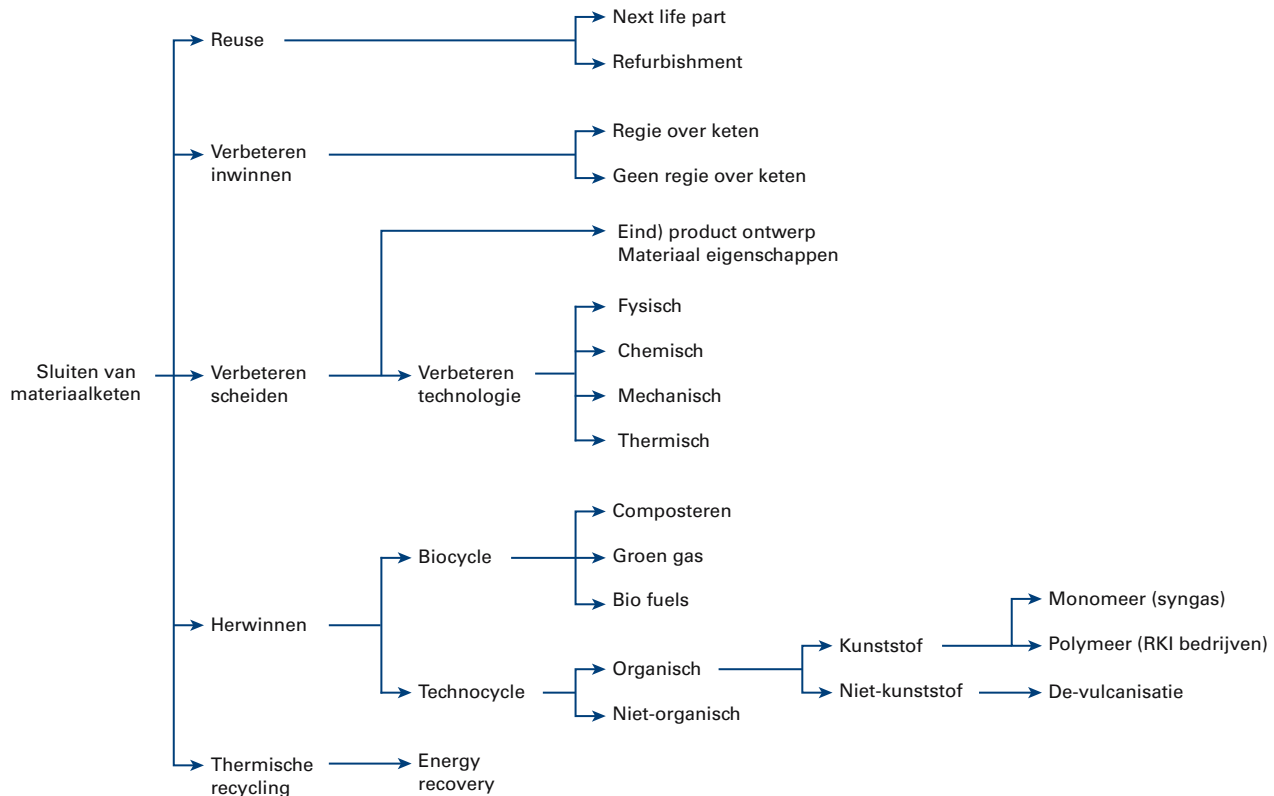
FIGUUR 43 Ladder van Lansink

Er is een kanttekening te plaatsen bij deze volgorde. Om de keten te sluiten door recycling, is energie nodig. Het recyclen van materiaal zal, omgerekend naar energie-efficiëntie en CO₂-uitstoot, meestal positief uitvallen. De GER-waarden (embodied energie om een materiaal te produceren) van gerecycled materiaal zijn in die gevallen gunstiger (minder energie benodigd) dan voor de productie van virgin materialen. In sommige gevallen kunnen de GER-waarden of de LCA van recycling ook slechter uitvallen dan bijvoorbeeld verbranding met energie terugwinnen. Thermische recycling betreft het verbranden van post-use producten, onderdelen en materialen met energietrugwinningsinstallaties (Afval Verwerkings Installaties = AVI's). Het nadeel van verbranden is echter dat het eenrichtingsverkeer is; na verbranding is er geen mogelijkheid meer om bijvoorbeeld de met veel energie in elkaar gezette polymeerketen weer te herstellen.

³⁸⁾ De standaard is genoemd naar de Nederlandse politicus Ad Lansink, die in 1979 in de Tweede Kamer een motie voor deze werkwijze indiende.

In de volgende oplossingsboom is een uitsplitsing gemaakt van de manier waarop de chemie kan bijdragen aan het sluiten van de materiaalketen. Daar-

bij kan de chemie een compleet nieuwe dimensie aan recycling toevoegen voordat materialen verbrand worden.



FIGUUR 44 de chemie sluit de materiaalketen (oplossingsboom 3)


Hergebruik ofwel re-use

Veel producten kunnen nog een leven mee. Sommige producten zijn zo goed ontworpen en kennen geen slijtage tijdens het gebruik dat ze nog een volledig leven mee kunnen als 'nieuw' product. Als er wel sprake is van enige slijtage, kan het product door middel van een onderhoudsbeurt weer als nieuw gemaakt worden. Voorbeeld: Océ laat veel elektromotoren door middel van een refurbishment/onderhoudsbeurt opnieuw geschikt maken voor inbouw bij een nieuw kopieerapparaat³⁹⁾. Materialen dienen speciaal hiervoor gedimensioneerd te worden.

Veel dichters nog bij de belevingswereld van de chemie zijn de take-back of leasingconcepten die opgang doen (zie onderstaande icoon). Hierbij blijft het materiaal van de fabrikant en betaalt de gebruiker een fee voor het gebruik ervan.

39) www.oce.nl.

ICONEN: TAKE-BACK CHEMICALS HASKONING BELGIUM Re-use of impure H₂SO₄

Sector	PVC production	
Process	Dehydration of Cl ₂	
Chemicals	H ₂ SO ₄	
Partners	Supplier of Sulphuric Acid (PVS) User: PVC producer (Solvay)	
Unit of payment	€ / kg dehydrated Cl ₂	
Approach	Model A	
		<p>Rewards</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cost reductions (ongoing) due to less water discharge and no consumption of caustic soda • Caustic soda reduced by nearly 100 % <p>Risks</p> <ul style="list-style-type: none"> • Additional costs for R&D in the first year → basis for evaluating the treatment of impure sulphuric acid • Building trust between partners as a key issue <p>Resources</p> <ul style="list-style-type: none"> • Niet bekend

 FIGUUR 45 *principe van take-back chemicals (icoon)*

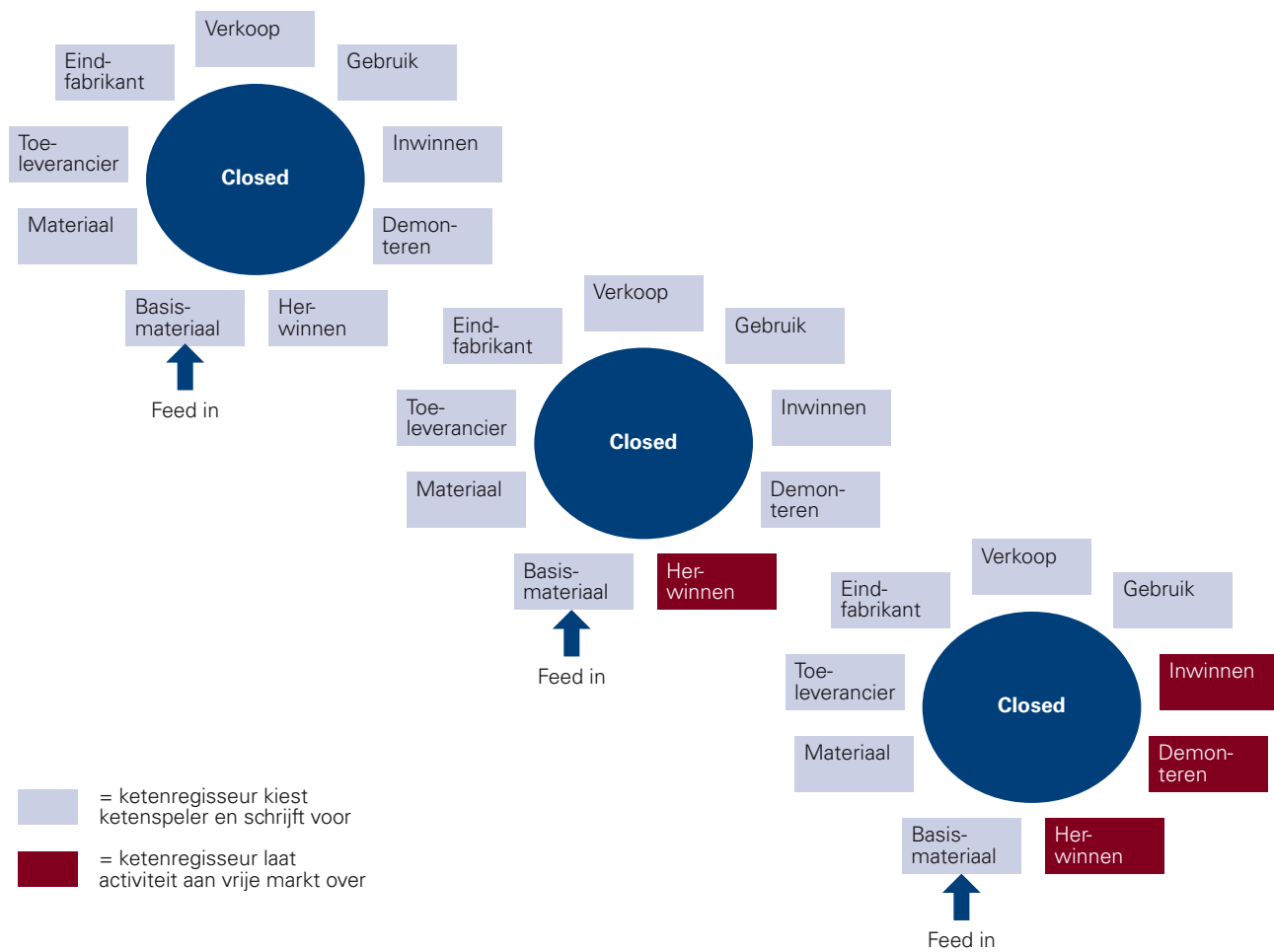
Verbeteren inwinning

De chemie kan bijdragen aan het verbeteren van de inwinning door de reversed logistics mede te organiseren. Daarbij kan de chemie ook regie over de keten nemen, oftewel andere partijen in de keten aansturen om producten in te winnen voor recycling.

In de organisatie van inzamel-, scheidings- en herwinningsinitiatieven is een aantal rollen en functies te onderscheiden die door bepaalde partijen worden vervuld (zie volgende figuur).

Het verbeteren van inwinnen kan ook tot een beter imago leiden van de chemie en kunststofverwerkende industrie. Er zijn nu nog lekstromen waardoor kunststoffen in het milieu verdwijnen. Dit heeft een negatief imago van kunststoffen tot gevolg⁴⁰⁾. Het voorkomen van lekstromen kan bijdragen aan het verbeteren van het imago van kunststoffen.

40) Voor meer informatie zie: Routekaart NRK 2012-2030, 2012.



FIGUUR 46 ketenrollen en organisatie bij verschillende vormen van materiaalcircels

In een *open keten* worden de activiteiten inwinnen, demonteren en herwinnen volledig aan de markt overgelaten. Partijen zoals Autorecycling Nederland, WeCycle en Nedvang treden dan op als inwinningsorganisaties.

In een *semigesloten keten* laat de ketenregisseur een deel van de activiteiten (inwinnen, demonteren of herwinnen) over aan de vrije markt. Dit kan heel efficiënt zijn, maar vermindert het vermogen om te sturen.

In een *gesloten keten* is een ketenregisseur aanwezig die alle rollen beheert en de bijbehorende taken

delegeert (zie onderstaande icoon). De eindverantwoordelijkheid en macht om te sturen liggen volledig bij de ketenregisseur. Een voorbeeld van een gesloten keten is het Buizen Inzamelsysteem (BIS) van Bureau Leidingen die de inname, scheiding en herwinning van watersystemen (onder andere pvc) organiseert.

In al deze rollen kan de chemie bepalen of ze in een open, semigesloten of gesloten keten bijdraagt aan inwinnen, scheiden en herwinnen.

ICONEN: GESLOTEN CIRKEL PVC BUIZEN LEVERANCIERS



- PVC buizen hebben een levenscyclus van 100 jaar
- PVC buizen leveranciers hebben Buizen Inzamelsysteem opgezet om meer buizen te kunnen hergebruiken
- Verwerkingsfabrieken in Zeewolde en Hardenberg verwerken ingezamelde buizen
- Recycled granulaat gaat in sandwich hergebruikt worden

Bron: Buro Leidingen

Rewards

- 5-6 kton /jaar gerecycled materiaal

Risks

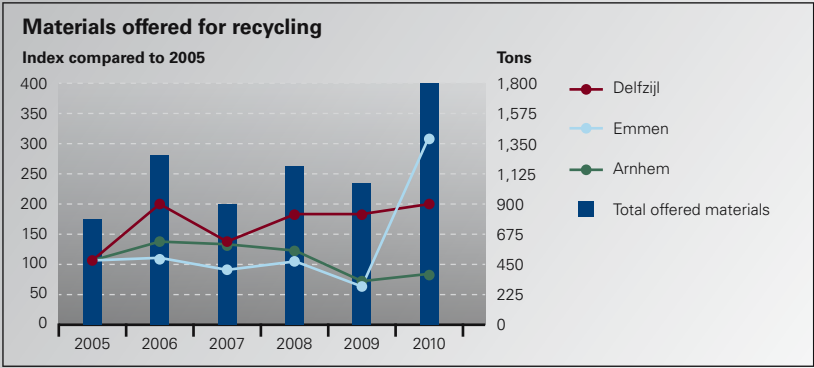
- Ontwikkelen nieuwe herwin-technologie
- Inwin logistiek succesvol maken
- Meerkosten opgraven oude buizen moet uitkunnen

Resources

- Inwin logistiek ontwikkelen en organiseren

FIGUUR 47 recycling van pvc-buizen (icoon)

ICONEN: RECYCLING ARAMIDE TEJIN VNCI RESPONSIBALE CARE WINNAAR 2012



Materials offered for recycling
Index compared to 2005

Year	Delfzijl (Index)	Emmen (Index)	Arnhem (Index)	Total offered materials (Tons)
2005	100	100	100	~600
2006	200	100	100	~1300
2007	150	100	100	~1100
2008	180	100	100	~1200
2009	180	60	100	~1100
2010	200	300	100	~1800

- Tejin is een terugnamesysteem aan het opzetten voor het inwinnen van gebruikte aramidevezels
- 50% van de ruwe materialen in Teijin Aramid's Twaron Pulpfabriek in Arnhem is inmiddels afkomstig van gerecycled aramide
- Restafval dat niet verwerkt kan worden door klanten en afval van eindproducten wordt mondiaal verzameld

Rewards

- 600.000 ton/jaar uit secundaire bronnen in 2020

Risks

- Ontwikkelen nieuwe herwin-technologie
- Inwin logistiek

Resources

- Niet bekend

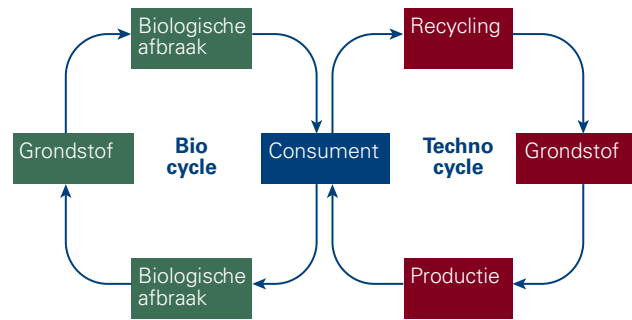
FIGUUR 48 recycling van aramide (icoon)

Scheiden en hergebruik

In overeenstemming met de cradle-to-cradle gedachte zijn er twee verschillende manieren om een keten te sluiten: een biologische en een technische kringloop.

In de technische keten wordt gebruik gemaakt van mechanische of chemische recycling. Bij hergebruik mag (in de cradle-to-cradle filosofie) geen downcycling optreden, wat betekent dat de eigenschappen van het gerecyclede materiaal ten minste gelijk en niet minder zijn dan de virgin materialen.

Bij biologisch afbreekbaar betreft het materialen die in de natuur (relatief) snel biologisch kunnen worden opgenomen in het natuurlijke ecosysteem (biologische kringloopsluiting). Dat betekent niet dat alle biobased materialen per se in deze categorie vallen, sommige kunnen tevens in de technische keten worden opgenomen. Naast het composteren kunnen er ook eerst nog waardevolle stoffen uit biologisch afbreekbaar afval worden gehaald (let op: dit materiaal hoeft niet altijd uit biomassa te bestaan). Er kan bijvoorbeeld methaan uit reststromen worden gewonnen (groen gas) en als feedstock of duurzame energiebron worden aangewend. Ook kan bioafval worden verwerkt tot fuel.

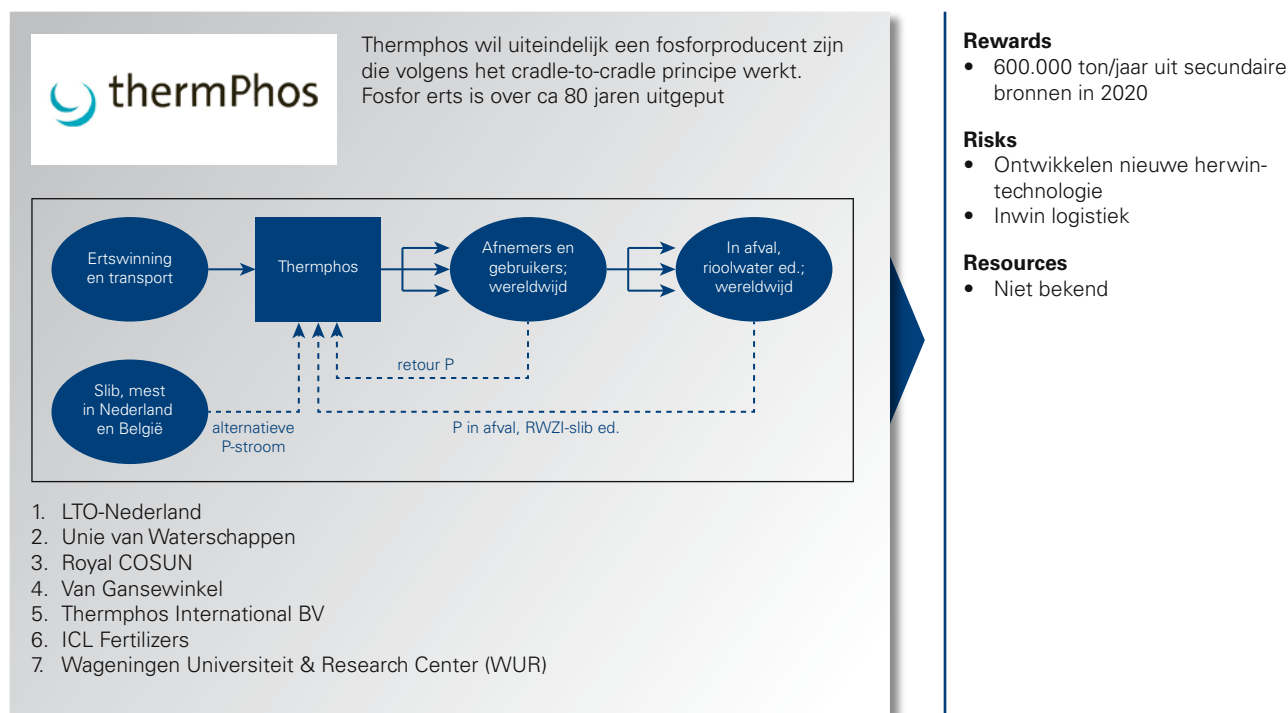


FIGUUR 49 gesloten ketens, biologisch en technisch. Bron: EPEA

Het gaat daarbij om effectiviteit en niet om efficiëntie. Bij productontwikkeling moet er dus niet gefocust worden op minder slecht, maar op goed. Goed wil zeggen dat materialen een positieve bijdrage leveren aan hun omgeving en volledig kunnen worden hergebruikt. Dat betekent voor veel producten nog een grote doorbraak.

In de praktijk is het volledig sluiten van de keten zonder downcycling (nu nog) niet altijd haalbaar, omdat het economisch rendabeler is om een mix van kunststoffen of rubbers te recyclen. Er ontstaan dan zogenaamde mengstromen die bestaan uit een mix van veel verschillende soorten kunststoffen. Ook deze mengstromen zijn te verwerken tot producten (bankjes, paaltjes, pallets, isolatieplaten, etc.).

ICONEN: P HERWINNING THERMPHOS



FIGUUR 50 recycling van fosfor (icoon)

Verbeteren materiaaleigenschappen

De chemie kan ook bijdragen door materialen in de markt te zetten die makkelijk te combineren zijn en eenvoudig te scheiden of die in essentie scheiden vergemakkelijken (bijvoorbeeld 'omkeerbare' lijm-materialen). Chemie kan helpen om het design van producten te beïnvloeden zodat scheiden na de gebruiksfase veel simpeler is.

Verbeteren scheidingstechnologie⁴¹⁾

De meest voor de hand liggende rol is dat de chemie bijdraagt aan het verbeteren van scheidingsmethoden c.q. scheidingstechnologie. Scheiding aan de hand van zowel fysieke als chemische eigenschappen vormt een sterk punt van de chemie. Daaraan kan worden bijgedragen door ontwikkeling van materiaal-/procestechnologie.

- Mechanisch scheiden: malen, filteren.
- Fysisch scheiden: veel gebruikte technologie is IR-herkenning.
- Chemisch scheiden: oplossen/uitspoelen van materialen, verbindingen maken met moleculen die daarna makkelijker te scheiden zijn.

De extra dimensie die de chemie kan toevoegen, zit met name in de depolymerisatietechnologieën.

De verdiepende studie naar depolymerisatietechnologieën is uitgevoerd door EnViTechno en te vinden op de website van de routekaart.

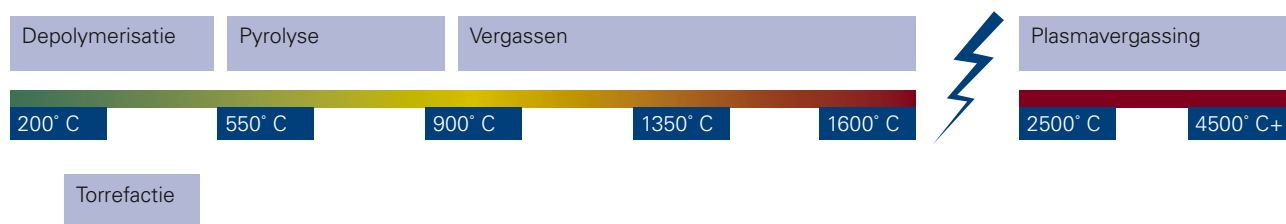
De chemie kan een nog veel grotere bijdrage leveren in het sluiten van de materiaalketen door afval om te zetten naar basischemicaliën of grondstoffen die

41) Met medewerking van EnViTechno

vervolgens weer gebruikt kunnen worden voor de productie van nieuwe hoogwaardige producten.

Hoewel het scheiden en hergebruiken niet vaak door chemiebedrijven wordt uitgevoerd, zou de chemie een belangrijke rol kunnen spelen in recycling tot op materiaalniveau, oftewel het ontwikkelen en uitvoeren van depolymerisatietechnologieën.

De ontleding van het afval is de eerste en moeilijkste stap. In de meeste gevallen worden hier voornamelijk dieselachtige producten uit gemaakt. Bij het toepassen van vergasstechnologieën wordt er syngas geproduceerd. Dit syngas is de basisgrondstof voor een groot aantal commercieel bewezen productieprocessen. Hieronder staat weergegeven welke technologieën toegepast kunnen worden en met name de TRL-levels van die technologieën anno 2012.



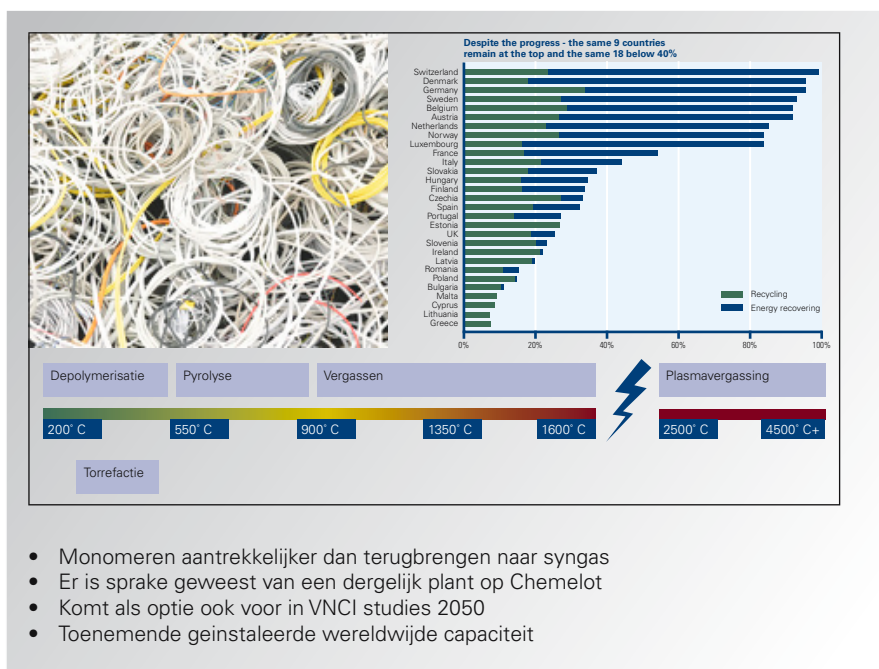
FIGUUR 51 depolymerisatietechnologieën

	TEMPERATUUR-BEREIK [°C]	GRONDSTOFFEN	TRL-LEVEL	PRODUCT	SCHAALGROOTE [KT VOEDING/J]
Depolymerisatie	200-450	Gesorteerde kunststoffen	3-4	Diesel	<<10
Torrefactie	300-400	Bioafval (hout)	8		
Pyrolyse	500-800	Gemengd afval	5-6	Gassen, oliën, kool	<40
Atmosferische vergassing	800-1.000	Gemengd afval	5-6	Vervuild syngas, afval	40
Hogedruk-vergassing	1.000-1.600	Gemengd afval, chemisch afval, petcokes, bitumen, bruinkool, etc.	7-8	Syngas	200-500
Plasmavergassing	2.500>>	Gemengd afval, chemisch afval, petcokes, bitumen, bruinkool, etc.	5	Syngas	40

TABEL 11 kenmerken van recyclingtechnieken⁴²⁾

42) EnViTechno

KLAPPER: AFVAL NAAR FEEDSTOCK



Rewards

- CO₂

Risks

- Huidige AVI stroom zal opdrogen
- Stabiele aanvoer afval
- Ondanks toenemende capaciteit weinig commercieel succes
- Sommige technologieën laag TRL-level

Resources

- Investing in monomeer installaties Ca Euro
- Investerings in syngas installaties ca

FIGUUR 52 van afval naar grondstof (klapper)

Thermische recycling

Als laatste stap in de oplossingsboom is thermische recycling genoemd. Hierbij worden materialen verbrand met als doel er energie uit terug te winnen. Dit gebeurt vaak in de AVI's. De chemie heeft waarschijnlijk een beperkte rol in deze vorm van recycling. De oplossingsrichtingen duurzame producten (die minder toxisch zijn) of gebruik van biobased materiaal hebben wel een positieve invloed op duurzaamheid van producten die uiteindelijk verbrand worden met energieretrieving.

Propeen als feedstock⁴³⁾

De verdiepende studie naar propeen als feedstock is uitgevoerd door CE Delft en te vinden op de website van de routekaart.

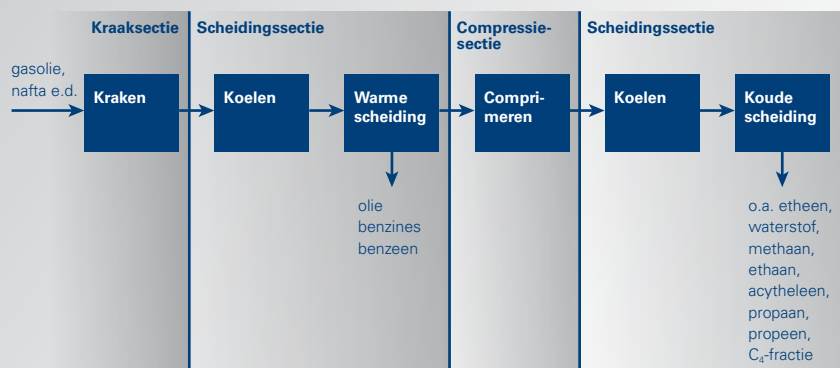
Bij diverse processen in de Nederlandse industrie komen reststromen propaan vrij. Deze worden in de huidige situatie soms relatief laagwaardig ingezet als stookgas. Ze zouden echter ook hoogwaardiger kunnen worden opgewerkt tot propeen, en dan als grondstof voor de chemie kunnen gelden. Conversie van propaan in propeen is bewezen technologie; sinds 2003 is er een propeendehydrogenatiefabriek operationeel in Tarragona (Spanje).

In totaal wordt in de Nederlandse chemie ruim 2.000 kton propeen gebruikt, waarvan circa 500 kton door bedrijven die niet zijn verbonden met een naftakraker.

43) Met medewerking van CE Delft.

KLAPPERS: PROPEEN ALS FEEDSTOCK

- In plaats van propaan te gebruiken als brandstof kunnen reststromen worden gebruikt om op te werken naar propene als feedstock
- In Nederland wordt ca 600 kton “vrije” propene gebruikt. Vrije propene is krakeronafhankelijk

**Rewards**

- Een netto CO₂-reductie in de orde van 3 ton CO₂ per ton propene
- Totaal potentie 1.8 Mton

Risks

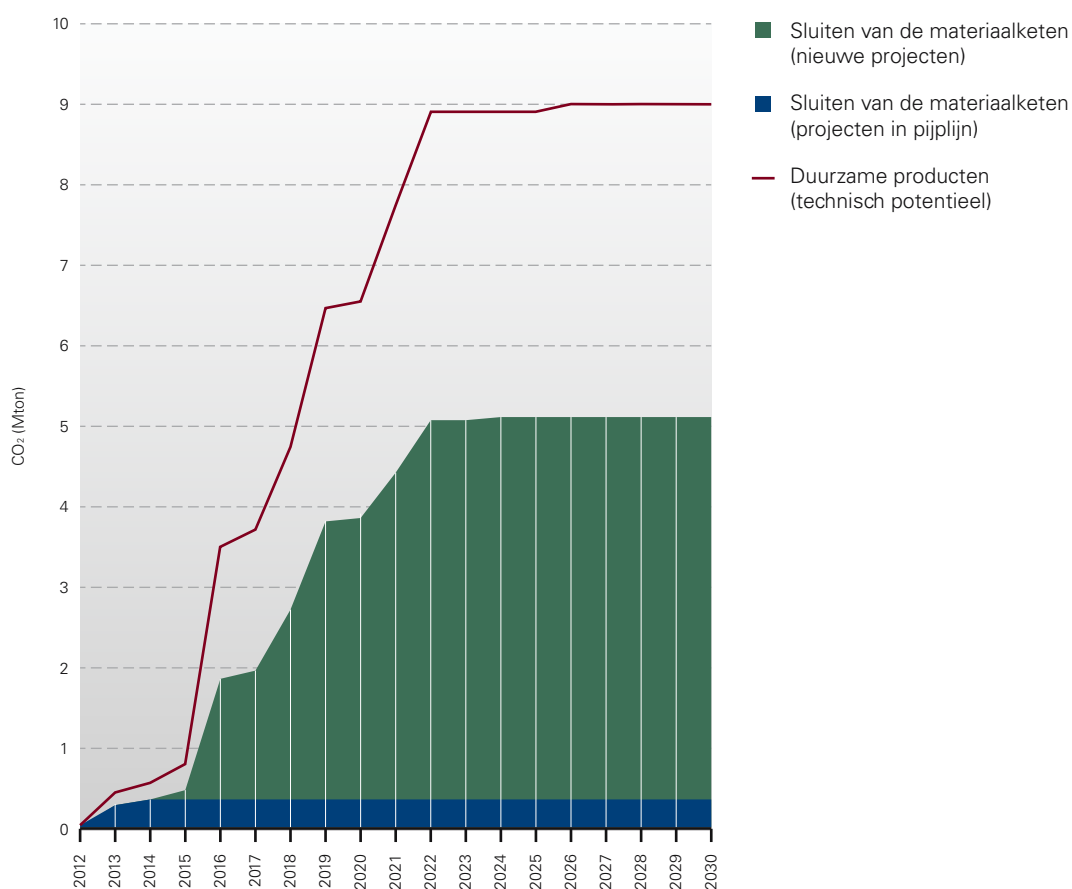
- De huidige relatief kleine omvang van reststromen
- Zuivering van reststromen. Mogelijkheden tot afzet van nevenproducten, met name waterstof
- Kostprijsontwikkeling van conventionele propene

Resources

- Nieuwe dehydrogenatie fabriek

FIGUUR 53 *propene als grondstof (klapper)***5.2 WAT IS DE POTENTIE?**

Uit de rondgang langs chemiebedrijven (projecten in pijplijn) blijkt dat er een beperkte potentie is van projecten in de pijplijn op het gebied van sluiten van de materiaalketen, namelijk 0,2 Mton CO₂.



FIGUUR 54 ingeschatte potentie oplossingsrichting sluiten van de materiaalketen

Daarentegen zijn in de expertbijeenkomsten vele nieuwe projectideeën voor het sluiten van de keten naar voren gekomen, afgerond 2,4 Mton CO₂ (de totale potentie is afgerond 2,5 Mton CO₂).

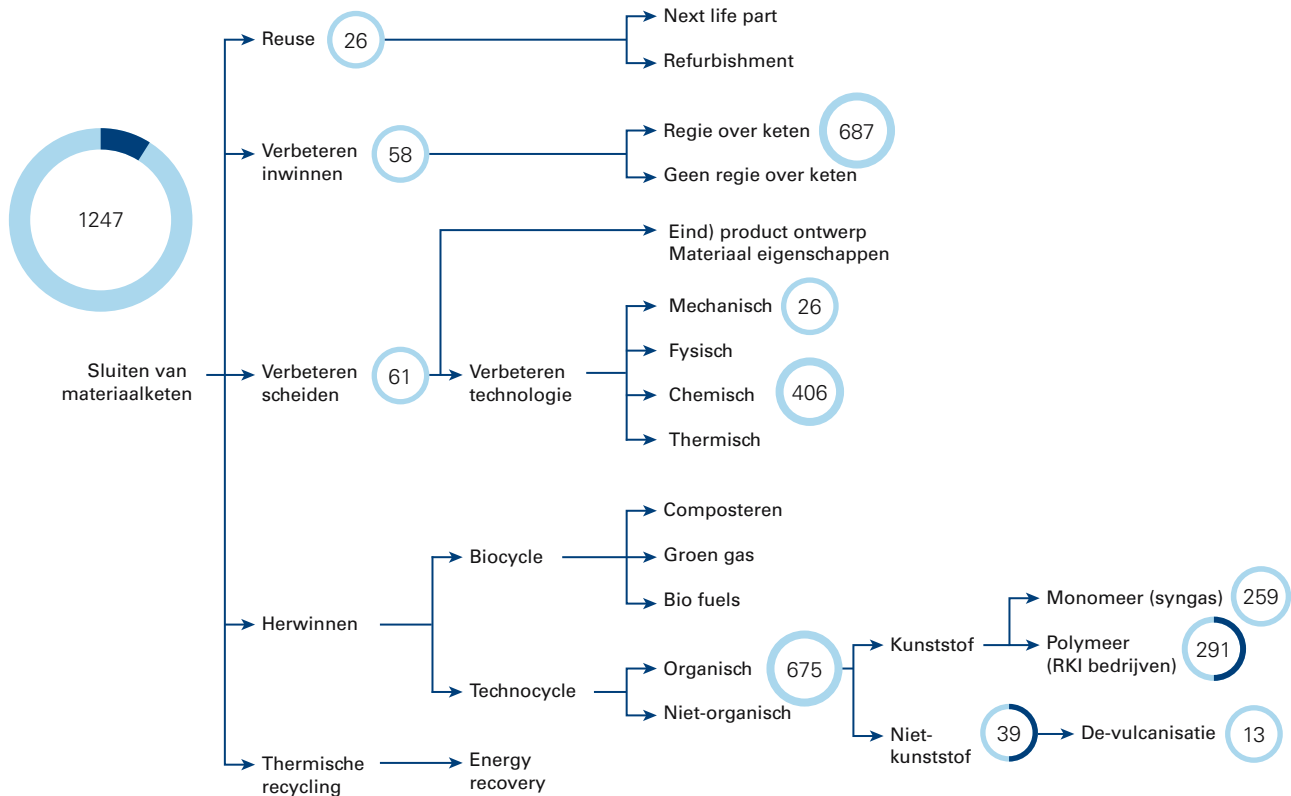
De ingeschatte potentie van nieuwe projecten is aanzienlijk groter dan die van de projecten in de pijplijn. Een belangrijke reden hiervoor is dat veel chemiebedrijven zich beperkt bezighouden met wat er na de gebruiksfase met hun materialen gebeurt. Vaak zitten daar meerdere schakels tussen en wordt veel meer van de kunststofindustrie en discrete productiebedrijven verwacht dat ze dat oplossen. Omdat deze ketenspelers ook in de sessies aanwezig waren, zijn er vele projectideeën gegenereerd waar de chemie ook een bijdrage aan kan leveren. Ook gaven verschillende chemische bedrijven aan dat dit thema in de komende decennia belangrijker wordt.

Potentie uitgesplitst aan de hand van oplossingsboom

De chemie kan een grote bijdrage leveren aan het recyclen in de techno-cycle. Het recyclen van polymeren maar ook van andere (niet-organische) materialen heeft een behoorlijke potentie. Bij polymeren moet worden afgewogen of deze door de chemie moeten worden gerecycled (terugbrengen tot monomeren/syngas), of tot bouwstoffen/monomerenproductie voor nieuwe chemicaliën en polymeren, of dat ze weer ingebracht kunnen worden bij de kunststofproductie door de kunststofverwerkende industrie.

Ook het productontwerp (design for recycling) kan daaraan bijdragen. Gemakkelijk te demonteren en te identificeren producten zijn onder andere te bevorderen door modulaire opbouw en door het beperken van materiaalsoorten (design for disassembly). Dit is

een onderwerp waar de chemie vooral in samenwerking met andere partijen aan kan bijdragen.



Legenda

grote cirkel linkerzijde

De totale potentie in Kton CO₂ van de oplossingsrichting. Dit zijn alle kleinere cirkels rechts in de oplossingsboom bij elkaar opgeteld.

Kleine cirkels rechterzijde

Potentie in Kton CO₂ per deel van de oplossingsboom. Dit zijn dus geen uitsplitsingen van voorgaande kleine cirkels.

Donker blauw

Aandeel van de potentie door projecten in de pijplijn.

Licht blauw

Aandeel van de potentie door nieuwe projecten.

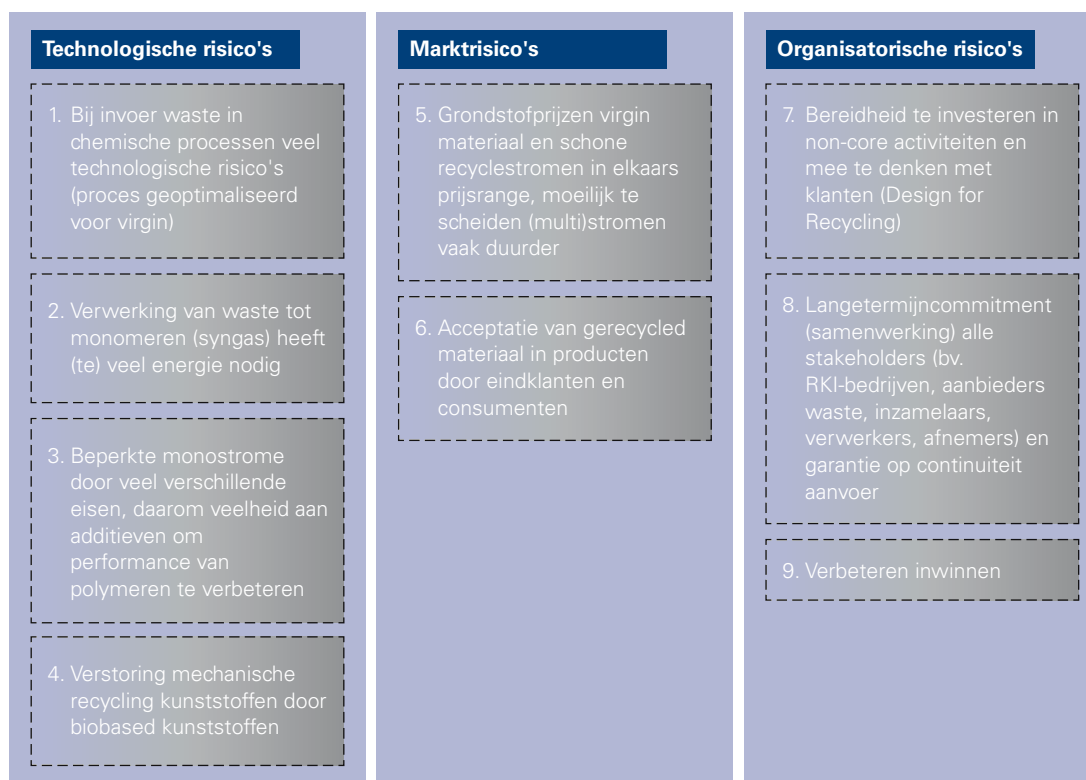
FIGUUR 55 *gekwantificeerde oplossingsboom sluiten van de materiaalketen (oplossingsboom 3)*

Daarnaast kan de chemie sterk bijdragen aan het verbeteren van inwinning, bijvoorbeeld door materiaalleaseconcepten. De retourlogistiek wordt dan met de gebruiker afgestemd en de producten worden opgehaald na de gebruiksfase. Echter, dit zal meestal geen corebusiness zijn voor de chemie, dus zal er vaker voor een open of semigesloten keten worden gekozen.

Ook zijn er verschillende projecten geïdentificeerd om de scheidingstechnologie te verbeteren.

5.3 RISICO'S EN RANDVOORWAARDEN

Verschillende risico's kunnen ervoor zorgen dat de potentie van de chemiesector op het gebied van het sluiten van de materiaalketen niet gehaald wordt. Door de risico's te verkleinen, zal een groter deel van de (technische) potentie gerealiseerd worden. De risico's zijn in de volgende figuur weergegeven.



FIGUUR 56 risico's oplossingsrichting sluiten van de materiaalketen

Deels kunnen bedrijven individueel deze risico's managen. Echter, een deel van de risico's kan ook collectief opgepakt worden. Dat noemen we randvoorwaarden. Die randvoorwaarden zijn in de

volgende tabel weergegeven. Tevens is aangegeven welk risico wordt beïnvloed door het realiseren van de randvoorwaarde.



RANDVOORWAARDEN	OPLOSSINGSRICHTING	WIE BETROKKEN?
Duidelijke gemeenschappelijke visie op recyclestromen (invloed op risico 2, 5 en 8)	<ul style="list-style-type: none"> • Voor schone polymeerafvalstromen ligt het voor de hand dat kunststofbedrijven de mechanisch of chemisch gerecyclede materialen invoeren en dat recyclebedrijven die leveren • Voor (multi)materiaalstromen en lagevolumestromen (specials, nylon) mogelijk maken dat de chemie deze tot monomeren verwerkt (syngas) • Voor andere niet-polymerenstromen ook een duidelijke visie ontwikkelen • Bedrijven moeten kennis over elkaars processen meer delen, blackboxbenadering wordt lastig 	<ul style="list-style-type: none"> • Chemiebedrijven, VNCI, NRK (bedrijven), recyclebedrijven, overheid, consumentenorganisaties, retailers
Meer samenwerking tussen ketenspelers (invloed op risico 7, 8 en 9)	<ul style="list-style-type: none"> • Chemie houdt bij ontwikkeling van materialen rekening met recyclebaarheid (post use) om recycling bij kunststofbedrijven te stimuleren • Chemiebedrijven stemmen af met ketenspelers verderop in de keten hoe zij producten kunnen ontwikkelen die beter recyclebaar zijn • Gezamenlijk nadenken over kansen voor nieuwe businessmodellen (o.a. leaseconcepten) • Kennis delen/ontwikkelen hoe goed samengewerkt kan worden 	<ul style="list-style-type: none"> • Chemische industrie en eindklanten, VNCI, overheid, NRK-recyclers, compounders, verwerkers • VNCI, overheid, kennisinstellingen (faciliteren van kennisdelingsprogramma's)
Studie naar opties voor depolymerisatie en syngas (invloed op risico 2)	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse welke stromen en bijbehorende technieken toegepast kunnen worden voor depolymerisatie en terugbrengen van polymeren tot bijvoorbeeld syngas • LCA: dus in afweging ook energiegebruik (en CO₂-uitstoot) voor recycling meenemen en vergelijken met virgin stromen 	<ul style="list-style-type: none"> • Chemiebedrijven, VNCI, kennisinstellingen
Afspraken in keten (ook over inwinnen) (invloed op risico 8 en 9)	<ul style="list-style-type: none"> • Afspraken over wie verantwoordelijk is voor recycling: inwinnen, demonteren/scheiden, herwinnen 	<ul style="list-style-type: none"> • NRK-recyclers, compounders, verwerkers, chemiebedrijven, VNCI, overheid
Inwinnen stimuleren (invloed op risico 9)	<ul style="list-style-type: none"> • Projecten om inwinnen producten en materialen te verhogen, van zowel bedrijven als consumenten (statiegeld, materiaalleaseopties, verwijderingsbijdrage), mede opzetten vanuit chemie • Duidelijke communicatie naar consumenten over bronscheiding ook verder bevorderen (bewustzijn en verantwoordelijkheidsgevoel consument) 	<ul style="list-style-type: none"> • Andere ketenspelers, overheid, chemie en VNCI ondersteunend
Design for Recycling (invloed op risico 7)	<ul style="list-style-type: none"> • Samenwerken met ontwerpers van eindmarkten (o.a. bouw, automotive, verpakkingen) om de juiste afwegingen te kunnen maken d.m.v. LCA m.b.t. keuze chemische materialen en impact op recyclebaarheid (homogenere materialen, biologisch afbreekbaar, scheiding van onderdelen) • Ook keuze voor de beste recyclingopties, in sommige gevallen is thermische recycling de meest duurzame optie 	<ul style="list-style-type: none"> • Chemiebedrijven, NRK-bedrijven, eindklanten, LCA-experts • VNCI, overheid, kennisinstellingen (faciliteren van kennisdelingsprogramma's)

RANDVOORWAARDEN	OPLOSSINGSRICHTING	WIE BETROKKEN?
Aansturen op meer monostromen (invloed op risico 3)	<ul style="list-style-type: none"> • Vanuit designgedachte meer doen met minder materialen (polymeren) • Meer levering en verwerking van polymeren zonder additieven; productdesign zorgt voor benodigde functionaliteit 	<ul style="list-style-type: none"> • Eindklanten, NRK-bedrijven, chemiebedrijven • VNCI, overheid, kennisinstellingen (faciliteren van kennisdelingsprogramma's)
Recycling van biobased materialen (invloed op risico 4)	<ul style="list-style-type: none"> • Geen issue indien bouwstenen 1-op-1 zijn vervangen (C-switch) • Bij introductie van een nieuw materiaal samen met verwerker en eindmarkten closed loops ontwikkelen 	<ul style="list-style-type: none"> • Chemische industrie, verwerkers en eindklanten • VNCI • Kennisinstellingen (DPI)
Stimuleren of afdwingen duurzame producten (invloed risico 5 en 6)	<ul style="list-style-type: none"> • Percentage gerecyclede content voorschrijven in verschillende eindmarkten (is al wel een optie binnen de MIA/VAMIL-regelingen van AgNL) • Stimuleren recycling door CO₂ pricing toe te passen op totale productketen inclusief recycleopties (CO₂ tax) 	<ul style="list-style-type: none"> • Overheid en andere relevante sectoren waaronder de chemie

TABEL 12 randvoorwaarden oplossingsrichting sluiten van de materiaalketen

5.4 CONCLUSIE

De oplossingsrichting sluiten van de materiaalketen biedt veel potentie, maar de chemie heeft van oudsher een beperkte rol in recycling (out of control). Daardoor valt de potentie van projecten in de pijplijn ook tegen. Echter, uit de expertmeetings en de voorbeelden blijkt dat de chemie wel een belangrijke rol in deze oplossingsrichting kan spelen, in het bijzonder om polymeren weer tot monomeren of syngas te kraken (in control). Dit wel in samenwerking met andere ketenspelers.