

Inspiratiedocument EEP 2017-2020

Een overzicht van innovatieve
technologieën en toepassingen
hiervan in de chemische industrie



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland



In samenwerking met:



Voorwoord

Voor u ligt een selectie aan projectideeën die u kunt gebruiken ter inspiratie en concretisering van de ‘Routekaart chemie 2030’ voor uw bedrijf.

Als deelnemer aan een van de energieconvenanten MJA3 of MEE wordt u gevraagd om voor de periode 2017-2020 een nieuw energie efficiëntieplan (EEP) op te stellen. Net als voorgaande periode wordt daarbij zowel naar efficiency mogelijkheden binnen het eigen proces gekeken als naar mogelijkheden om in de keten efficiency verbetering te realiseren.

De VNCI heeft met de ‘Routekaart Chemie 2012-2030, de sleutelrol waarmaken’ een grondige inventarisatie gedaan van de innovatiemogelijkheden tot 2030 op het gebied van broeikasgasreductie. Deze routekaart is tevens gekoppeld aan de innovatieactiviteiten van de topsector chemie en is voor de komende jaren de leidraad waarlangs de sector haar activiteiten op verduurzaming vormgeeft.

Om uw bedrijf bij het opstellen van het energie efficiency plan voor de komende 4 jaar te ondersteunen, door middel van het vertalen van deze lange termijn ambitie in 2030 naar concrete acties voor de komende 4 jaar, hebben we met ondersteuning van RVO, Berenschot, Ecofys, Traxxys, ISPT, TNO, ECN en Synchem Plus een aantal projectideeën verzameld. Deze projectideeën zijn de afgelopen periode reeds door andere bedrijven toegepast of dusdanig ver ontwikkeld dat ze wellicht ter inspiratie voor uw EEP voor de komende periode van 4 jaar kunnen dienen.

Ik wens u veel plezier bij het lezen.

Voor verdere vragen kunt u natuurlijk contact opnemen met de VNCI of de bureau's die de projectideeën hebben aangeleverd.

Reinier Gerrits - Speerpuntmanager Energie & Klimaat VNCI

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Inleiding en doel	
• Het Energie-Efficiëntieplan als hulpmiddel voor energiebesparing	8
• De ‘ambitie’ van ‘de Nederlandse’ chemiesector	9
• Resultaten ‘EEP’s’ 2013-2016	10
• Doel en functie van het inspiratiedocument	11
Leeswijzer	
• Hoofdrichtingen, technologieën en applicaties	14
• Opbouw van het document	15
• Wegwijzer	16
Technologie- en applicatievoorbeelden	
• Energie-efficiëntie	17
• Vervangen fossiele grondstoffen	49
• Sluiten van de materiaalketen	54
• CCS/CCU	63
• Duurzame producten	68
• Duurzame energie	73
Organisatorische voorbeelden	65
Bijlage	
• Definities	90
• Technology Readiness Level	91
• Keten efficiency rekenregels	96
• Oplossingenboom	96
Contactgegevens	97

Inleiding en doel

Het Energie-Efficiëntieplan als hulpmiddel voor energiebesparing

Hoe kunt u binnen uw bedrijf onnodig energie- en materiaalverlies voorkomen? Welke innovatieve, state-of-the-art technologieën zijn hiervoor beschikbaar? En hoe kunt u zorgen voor de juiste toepassing hiervan?

Het opstellen van een Energie Efficiëntie Plan (EEP) helpt bedrijven om effectief en efficiënt met energie en materialen om te gaan. Naast kostenbesparing helpt een compleet EEP om de concurrentiepositie van uw bedrijf te versterken. Het werken aan energiebesparende, innovatieve projecten heeft immers een positieve impact op de kwaliteit van producten, diensten en het imago. Bedrijven die actief aandacht besteden aan hun energie- en materialenbalans zien kansen om energie te besparen door de bedrijfsvoering te verbeteren. Voor elke EEP periode blijft het echter belangrijk om opnieuw met een frisse blik naar bestaande processen en diensten te kijken vanuit meerder disciplines, zoals veiligheid en productkwaliteit.

Ook voor de periode 2017-2020 wordt aan uw bedrijf gevraagd om een EEP op te stellen. Hierbij is het belangrijk om niet alleen te kijken naar de energiereductie in de eigen processen, maar juist ook in de keten: stroomopwaarts en stroomafwaarts. In de routekaart chemie 2030 zijn in totaal 6 richtingen aangegeven voor CO₂-reductie en energiebesparing, waarbij aandacht wordt besteed aan alle vormen van energie-efficiëntie. Deze 6 richtingen komen ook terug in dit inspiratiedocument.

De ambitie van de Nederlandse chemiesector

Binnen de Nederlandse chemiesector werken vele bedrijven mee aan de Meerjarenaafspraken Energie-efficiëntie (MJA3 en MEE). De chemiesector wil zich namelijk gezamenlijk sterk maken voor een ambitieuze broeikasgasreductie van 40% in 2030 ten opzichte van het referentiejaar 2005. Ook streeft de sector als onderdeel hiervan naar een aandeel van 15% bio-based grondstoffen en 10% inzet van (chemisch) gerecycled materiaal in de chemie in 2030.

Als onderdeel van de meerjarenaafspraken stellen bedrijven elke vier jaar een energie-efficiëntieplan (EEP) op. Inmiddels zijn met behulp van deze plannen al veel maatregelen ten behoeve van energie-efficiënte bedrijfsvoering genomen. Naast efficiëntie verbeteringen is daarin ook aandacht voor ketenefficiëntie en cross-sectorale kansen belangrijk. In de routekaart chemie 2030 is een inventarisatie gedaan van innovatiemogelijkheden op het gebied van broeikasgasreductie. Hierin zijn 6 hoofdrichtingen benoemd waarbinnen de sector kansen ziet om haar ambitie waar te maken. In dit document worden projectideeën genoemd die ter inspiratie dienen voor de nieuwe ronde EEP's, waarin dezelfde 6 richtingen centraal staan:

- **Energie-efficiëntie:** het tegengaan van energieverspilling in het eigen proces. Hiertoe wordt ook recycling van bijproducten gerekend en uitwisselen van reststromen met burens.
- **Vervanging fossiele grondstoffen:** door inzet van hernieuwbare grondstoffen voor de productie van chemische producten.
- **Carbon Capture and Storage / Usage (CCS/CCU):** CO₂ afvangen en vervolgens opslaan of gebruiken.
- **Sluiten van de materiaalketen:** hergebruiken van producten en materialen na het gebruik (post-use recycling en mogelijk daarmee een nieuwe feedstock naast fossiel en biomassa).
- **Duurzame producten:** bijdragen aan ontwikkeling van duurzame producten voor eindgebruikers (bijvoorbeeld door minder energiegebruik tijdens gebruik en daardoor minder CO₂-uitstoot).
- **Duurzame energie:** inkopen of zelf opwekken van duurzame energie.

Resultaten EEP's 2013-2016

In de top 10 van genomen procesefficiëntie maatregelen in de planperiode 2013-2016 is te zien dat veel maatregelen zijn genomen die te maken hebben met warmte en stoom. Daarnaast zijn er ook veel maatregelen genomen op het gebied van isolatie, persluchtinstallaties en verlichting. Dit op orde hebben is de basis voor een energie-efficiënte bedrijfsvoering.

Deze top 10 en de best practices kunnen bedrijven gebruiken voor het opstellen van hun Energie Efficiëntie Plan voor de periode 2017-2020. De best practices vindt u in de chemiewijzer van RVO en op de spice 3 website: <http://www.spice3.eu/index.php/NL/good-practice/best-practice>. De best practices over warmte zijn te vinden onder <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-besparen/chemiewijzer/energie/warmte>.

MEE

Type	Aantal	TJ	TJ/ maatregel
Stoom/heetwater	77	1920,7	33,1
Warmte overige	60	4881,7	143,6
Verbranding (alg)	37	1019,7	40,8
Electriciteit overige	26	106,5	5,6
Verlichting	15	7,5	0,7
Warmtewisselaars	14	104,0	17,3
Luchtventilatiesysteem	14	181,0	13,9
Electromotoren	12	25,5	3,2
Electriciteitopwekking	11	414,1	51,8
Klimaatbehandeling	10	35,9	4,5

MJA

Type	Aantal	Onzeker	Besparing (TJ)	TJ/ maatregel
Stoom/heetwater	86	17	982	19,3
Warmte overige	55	15	554	14,2
Verlichting	44	2	16,8	0,4
Electriciteit overige	42	7	144	3,2
Electromotoren	28	7	39	1,9
Warmtedistributie	22	7	38	2,5
Perslucht (alg)	17	5	10	0,8
Scheidingstechniek	17	4	242	18,6
Verbranding (alg)	17	3	195	13,9
Klimaatbehandeling	16	5	37,7	3,4

Doel van het inspiratiedocument

Dit inspiratiedocument helpt u op weg om ook voor de komende periode weer tot ambitieuze energiebesparingsplannen te komen. Met behulp van de kansrijke technieken en concrete praktijkvoorbeelden die hierin worden genoemd kunt u inspiratie opdoen voor het opstellen van uw nieuwe energie-efficiëntieplan.

De functie van dit inspiratiedocument is meerledig:

1. Voor de *koplopers* hopen we dat dit inspiratiedocument triggert om méér te doen dan energie-efficiency maatregelen alleen. Juist de voorbeelden van de andere richtingen van de Routekaart 2030 geven inspiratie om ook die wegen te gaan bewandelen. Ketregelregels zijn toegevoegd om dit makkelijker te maken.
2. Voor de *fast-followers* hopen we dat allerlei voorbeelden in de klassieke energie-efficiency genoeg inspiratie geven om nog een aantal extra maatregelen op te nemen in de EEP plannen, al dan niet voorwaardelijk of als studie. Echte succesvolle applicatievoorbeelden ondersteunen dit.

Daarnaast trachten we via het benoemen van multi-disciplinaire organisatorische werkwijzen de inspiratie te geven om met meerdere afdelingen aan het EEP plan te werken, en zo meer draagvlak te creëren voor de energie-coördinator. Het inspiratiedocument is in digitale vorm beschikbaar, zodat het makkelijk kan worden gedeeld binnen uw organisatie.



Leeswijzer

Hoofdrichtingen, technologieën en applicaties

Zoals benoemd in de inleiding is dit document opgebouwd met behulp van de 6 richtingen uit de routekaart chemie 2030. Voor elk van deze richtingen zijn innovatieve technologieën benoemd die u kunnen inspireren bij het opstellen van uw nieuwe EEP. Hierbij worden zowel innovatieve technologieën genoemd die in de komende periode voor het eerst onderzocht kunnen worden als technologieën die direct toepasbaar zijn.

Het inspiratiedocument kent 2 lagen:

1. **Technologieniveau:** op deze laag wordt een specifieke technologie beschreven die in ontwikkeling is, maar nog geen toegepaste voorbeelden kent. Vaak is het TRL niveau niet hoger dan 7.
2. **Applicatieniveau:** op deze laag wordt een specifieke toepassing van een technologie beschreven in een speciale toepassing. Op dit niveau kennen we altijd echte toepassingen bij bedrijven. Soms mogen we deze toepassingen uit punt van geheimhouding niet bij naam en toenaam noemen. Dit niveau kent altijd een TRL van 9.

Tot slot wordt een aantal organisatorische voorbeelden genoemd, die alternatieve manieren van werken en organiseren beschrijven. Met behulp hiervan kunt u wellicht tot effectieve implementatiemethoden komen.

Opbouw van de voorbeelden

De innovatieve technologieën en applicaties die in dit document staan beschreven zijn samengesteld door Berenschot, RVO, VNCI, ECN, TNO, Traxxys, Ecofys, ISPT en Synchem Plus.

Elk voorbeeld bestaat uit een aantal kenmerken:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| • <i>Beschrijving technologie</i> | <i>Een korte beschrijving van de genoemde technologie</i> |
| • <i>Applicatie / voorbeeldcasus</i> | <i>Indien toepasbaar (TRL 9): een applicatievoorbeeld van een bedrijf dat de technologie heeft geïmplementeerd. Indien nog niet toepasbaar worden hier mogelijke applicatierichtingen genoemd.</i> |
| • <i>Duurzaamheidsopbrengsten</i> | <i>Vinklijst met mogelijke duurzaamheidsopbrengsten van deze technologie. Definities staan beschreven in bijlage 1.</i> |
| • <i>Business opbrengsten</i> | <i>Vinklijst met mogelijke businessopbrengsten van deze technologie. Definities staan beschreven in bijlage 1.</i> |
| • <i>TRL niveau</i> | <i>Technology Readiness Level van deze technologie. Zie voor een beschrijving bijlage 2.</i> |
| • <i>Investeringskosten</i> | <i>Ordergrootte van investeringskosten van toepassing, indien bekend.</i> |
| • <i>Risico's</i> | <i>Mogelijke risico's (technisch of organisatorisch) van de toepassing.</i> |
| • <i>LCA</i> | <i>Beschikbaarheid van Life Cycle Assessment.</i> |
| • <i>Link naar meer informatie</i> | <i>Link naar een externe bron.</i> |

Het logo linksonderin verwijst naar de organisatie die dit voorbeeld heeft ingebracht. Voor meer informatie over het voorbeeld kunt u contact opnemen met de contactpersonen vernoemd op pagina 97.

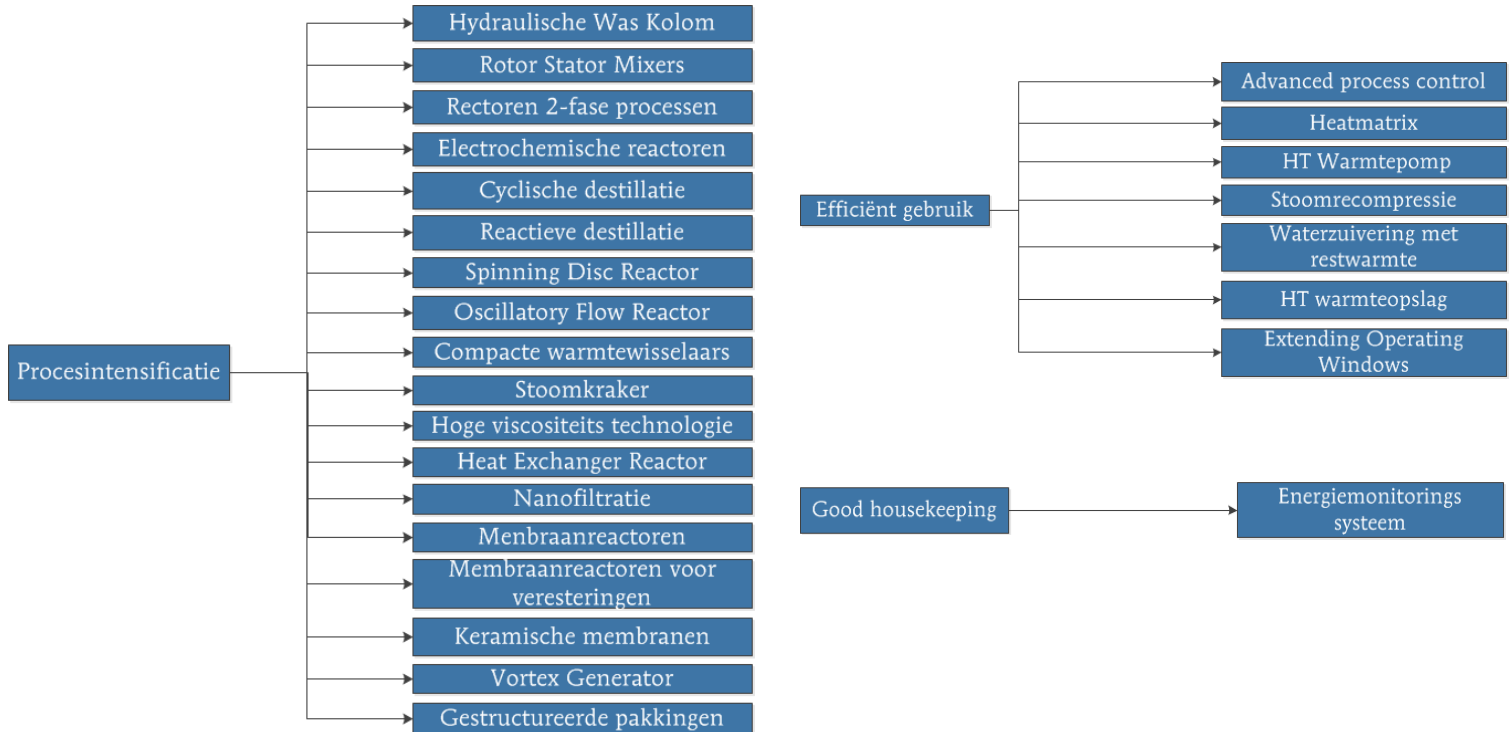
Wegwijzer: de mogelijke richtingen



Organisatorische voorbeelden

- Klik op een richting om naar de voorbeelden te gaan -

Energie-efficiëntie





Warmtepompen: hergebruik van restwarmte voor de productie van lagedrukstoom

Beschrijving technologie

Restwarmte wordt bij lage temperatuur afgestaan aan een verdampend werkmedium in een verdamper. Na bewerking wordt de warmte bij een hogere temperatuur en druk weer afgestaan in een condensor. Waar warmtepompen normaal niet boven de 100°C uitkomen, loopt bij de nieuwe pomp de temperatuur op tot 115°C. Met deze temperatuur kan lagedrukstoom worden gemaakt. Ook is er een mogelijkheid voor warmte uitwisseling, vooral voor droogprocessen.

Applicatie/voorbeeldcasus

Een proefinstallatie bij Smurfit Kappa wint restwarmte terug uit lucht (60°C) van de papierdrogers. Het warmtepompsysteem produceert verzadigde stoom van 115°C die middels een thermocompressor op 120°C wordt gebracht. Het rendement hiervan is ca. 400%, wat een besparingspotentieel oplevert van ca. 5 PJ.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
6-8	€200-250k voor een installatie van 200 kW	Onbekend	Nee



Stoomrecompressie: opwaarderen van laagwaardige naar hoogwaardige stoom

Beschrijving technologie

Stoomrecompressie wordt gebruikt om de verdampingswarmte in de stoomcyclus te houden, in plaats van via condensatie weg te koelen. Door de compressiestap stijgt de druk en daarmee ook de temperatuur en bijbehorende verzadigingstemperatuur van de damp. Dit vraagt een fractie additioneel vermogen (compressorenergie) in relatie tot de hoeveelheid latente warmte die aanwezig is in de gerecyclede damp.

Applicatie/voorbeeldcasus

In sommige sectoren is deze techniek bekend (petro, zuivel), maar in andere nog niet. DOW had voor zijn lagedrukstoom geen toepassingen, maar nam wel stoom op een hoger drukniveau af. Daarom wordt er nu gekeken naar de toepassing van stoomrecompressie om lagedrukstoom bruikbaar te maken.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Onbekend	Te lage temperaturen	Onbekend



Energiemonitoringssysteem: transparante visualisatie van energie-efficiëntie

Beschrijving technologie

Een energiemonitoringssysteem geeft gedetailleerde metingen van energie-efficiëntie per apparaat in plaats van het totale energieverbruik. Met behulp van een besturingssysteem wordt het actuele energieverbruik van een fabriek hiermee permanent gedocumenteerd. Het kan tevens individueel worden aangepast aan een optimaal verbruik.

Applicatie/voorbeeldcasus

Bayer MaterialScience heeft het energiemonitoringssysteem met de naam SRUCTese de afgelopen 6 jaar geïnstalleerd in 60 productievestigingen in Europa, Azië en Amerika. Hiermee bespaart het bedrijf jaarlijks 1,2 miljoen MWh wereldwijd (30% van het totale energieverbruik). De meeste recente installatie betreft een systeem in het Chinese Shanghai (zie foto), waar Bayer TDI produceert voor de productie van zacht polyurethaanschuim.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Onbekend	Niet altijd in te passen	Onbekend



Energiezuinige warmtewisselaar: reduceren van de temperatuur van rookgassen

Beschrijving technologie

HeatMatrix heeft een innovatieve, energiezuinige warmtewisselaar ontwikkeld die het mogelijk maakt 50 procent van de energie terug te winnen, die wordt uitgestoten via industriële schoorstenen. Het systeem is in staat de temperatuur van rookgassen met 50% of zelfs meer te reduceren en zorgt ervoor dat rookgassen met minder dan 100 graden in plaats van met 200 graden uit de schoorsteen komen. Het winnen van die restwarmte is stap 1. Vervolgens voegt het systeem de verwarmde lucht toe aan het bestaande verbrandingsproces. Dit bespaart ook weer ten opzichte van koude lucht die normaal wordt gebruikt.

Applicatie/voorbeeldcasus

Het systeem draait inmiddels in Gelderland bij Bonar en Koole Tank. HeatMatrix levert een besparing op tot 4 procent van de energiekosten, in combinatie met een verminderde CO₂-uitstoot.

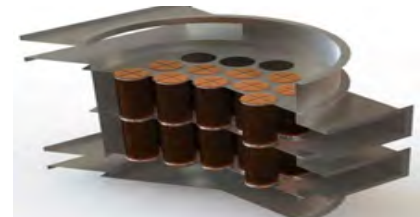
Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Onbekend	Fouling / Corrosie	Onbekend



Oscillatory Flow Reactor ontkoppelt menging van netto doorzet

Beschrijving technologie

Een “continuous oscillating flow reactor” ontkoppelt de menging in een buisvormige reactor van de netto doorstroom door, middels een piston, een oscillatie op te leggen aan de netto flow door de reactor. Door compartimentering met baffles wordt propstroom bereikt. Deze technologie is ook geschikt voor tragere reacties. Andere reactoren (Micro/milli) hebben dan vaak een drukvalprobleem vanwege lange verblijftijd.

Applicatie/voorbeeldcasus

Recent is op pilotschaal een batchgewijze emulsiepolymerisatie succesvol omgezet in een continu proces. De productiviteit nam met een factor 50 toe terwijl het gebruik van de initiator werd gehalveerd bij een gelijke omzettingsgraad en vergelijkbare procescondities. Deze applicatie is voornamelijk geschikt voor fijn- en speciaalchemie en de farmaceutische industrie.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
7-8	Sterk afhankelijk van schaal en toepassing	Onbekend	Onbekend



Heat Exchanger Reactor maakt nieuwe reactiecondities mogelijk

Beschrijving technologie

In een Heat Exchanger Reactor vindt de reactie plaats in direct contact met een groot warmtewisselend oppervlak. Dit maakt het mogelijk om reacties uit te voeren met een zeer precieze controle van de reactietemperatuur. Millichannel reactoren hebben een structuur en grootte die overeenkomt met platenwarmtewisselaars. De kanalen hebben een grootte in de orde van een millimeter.

Applicatie/voorbeeldcasus

Deze applicatie is voornamelijk van toepassing voor reacties waar warmteoverdracht bepalend is. Een zeer exotherme reactie tussen een laag visceuze en een hoog visceuze vloeistof is succesvol uitgevoerd in een SiC millichannel reactor bij een veel hogere temperatuur (150-200 °C ipv 40-45 °C) en een veel kortere verblijftijd (seconden ipv minuten) dan gebruikelijk in een CSTR. Dit maakt warmte-integratie mogelijk. Deze applicatie zorgde voor een energiebesparing van 1000 TJ.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
7-8	Sterk afhankelijk van schaal en toepassing	Mm kanalen	Onbekend



Improved Process Operation via Rigorous Simulation Models/ Process Management and Control and Chemometrics

Beschrijving technologie

Via nieuwe procesmodellen en koppeling van meetdata met processtuurinformatie kan een sterk verbeterde procesbeheersing en –sturing worden gerealiseerd. Dit leidt tot energiebesparing, minder off spec productie en daardoor tot hogere resource efficiëntie, een beter product en minder off spec correctie.

Applicatie/voorbeeldcasus

Deze methode is toepasbaar bij de productie van melkpoeder, kunststofharsen en voor verbetering van kristallisatieprocessen; advanced chemometrie cases in diverse industrieën. Afhankelijk van de toepassing kan hiermee 1 PJ/jaar worden bespaard, evenals 0,2-2% aan grondstoffen. Ook kan het 0,1-1% meer yield opleveren.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Beter specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
6	€2M (of ordergrootte)	Afdoende Proces analyse Communicatie ontwikkeling en toepassingsomgeving Business case is een probleem	Onbekend

Toepassen van hoge-temperatuur warmteopslag voor flexibele inzet van warmte in industriële processen

Beschrijving technologie

Industriële eindgebruikers hebben in toenemende mate behoefte aan flexibele inzet van hoge-temperatuur (>100°C) warmte. Dit kan worden toegepast bij batch processen of kan flexibiliteit genereren bij bijvoorbeeld de inzet van WKK om op die wijze elektriciteits- en warmteproductie deels te ontkoppelen.

Applicatie/voorbeeldcasus

Deze technologie kan worden ingezet in alle sectoren waarin bijvoorbeeld met batchprocessen wordt gewerkt (chemie, voedingsmiddelen) of waar flexibiliteit ten aanzien van de hoge-temperatuur warmtevoorziening nodig is. Fase transformatiematerialen worden toegepast om een hoge energiedichtheid en lage kosten te verkrijgen. De potentiële energiebesparing hiervan in Nederland is 5 PJ/jaar. Tevens is de geschatte CO₂ emissiereductie 300 kton/jaar.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
5	Nog onbekend	Laag	Onbekend



Nanofiltratie bij extreme condities

Beschrijving technologie

Nanofiltratie bij extreme condities gaat over het realiseren van scheiding zonder thermisch geïnduceerde fase overgang (zoals bij destillatie), bij $T > 80^{\circ}\text{C}$, extreme pH of organisch agressieve solventen.

Applicatie/voorbeeldcasus

Scheiding ijzerchloriden, organische traces. Dit kan 2-4 PJ energiebesparing opleveren, evenals 120-240 kton CO_2 reductie/jaar. Aan de business kant kan €2M/jaar aan kosten worden bespaard.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO_2 reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
4-6 (afh van toepassing)	€1M (of ordergrootte)	Fouling & solvent gevoeligheid Membrane performance (Flux, Stability, MWCO) IRR te laag, opboksen tegen installed base	Onbekend

Toepassen van keramische membranen

Beschrijving technologie

Breder toepassen van keramische membraantechnologie leidt tot sterke energiereductie in het primaire proces. Energiereductie ontstaat door het voorkomen van verbranden van reststromen (350 – 450 ton per jaar voor één case behaald).

Applicatie/voorbeeldcasus

Resultaten: techno- en EAP projecten met bijvoorbeeld Hybsi[®] technologie, Pervatech membranen bij verzepingsreacties en afscheiden van geur- en smaakstoffen uit alcohol gebaseerde reststromen.

Deze toepassing kan tot €1,2M/jaar aan kostenbesparing opleveren per case.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
7-8	€1M (of ordergrootte)	Processpecificiteit Kostprijs Membrane fouling	Onbekend

Reactieve destillatie voor multi-product continuous plants

Beschrijving technologie

Reactieve destillatie voor multi-product continuous plants betreft het toepassen van een recent ontwikkeld, innovatief 'reactieve destillatie' concept voor multi-product plant omgevingen met relatief geringe productie capaciteit. Per toepassing moet de techniek specifiek worden ontwikkeld.

Applicatie/voorbeeldcasus

Er is een eerste proef gedaan bij een plant voor (poly)condensatie producten. Dit leverde 6% hogere conversie op en een aanzienlijke verkorting van de residence tijd. Intensificatie met factor 6-8 is mogelijk in een later stadium.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
6	200 k€ (of ordergrootte)	Nog onbekend	Onbekend

Ontgassen van processtromen door middel van een Vortex generator

Beschrijving technologie

Door toepassing van een Vortex Generator wordt de hoeveelheid luchtinsluiting in laag viskeuze water gebaseerde processtromen verminderd. Dit leidt op diverse manieren tot verbetering, zoals het voorkomen van ketelsteenvorming, vermindering van corrosie en betere warmte overdracht.

Applicatie/voorbeeldcasus

De toepassing is mogelijk in diverse voedsel processtromen. Daarnaast worden mogelijkheden in bulk chemische stromen nagegaan. Een ROI van 2 jaar is mogelijk gebleken, afhankelijk van de applicatie.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
7-8	250 k€ (of ordegrrootte)	Soms aanvullende investeringen nodig, maakt toepassing dan mogelijk minder interessant Foulng	Onbekend

Compacte warmtewisselaars: on-shore & off-shore

Beschrijving technologie

Diffusion bonded compacte warmtewisselaars zijn in de afgelopen 25 jaar in grote aantallen (2500 units) verkocht. Zowel voor on-shore als voor off-shore toepassingen. Het potentiële toepassingsgebied is zeer groot. Dit komt doordat ze:

- 85% lichter en kleiner zijn dan shell & tube wisselaars
- tot 600 bar kunnen opereren
- temperaturen van cryogeen tot 950 °C kunnen weerstaan
- een hoge thermische efficiency hebben van 98%
- goed bestand zijn tegen grote en snelle temperatuurwisselingen in een reeks van corrosiebestendige materialen kunnen worden gebouwd
- Geen problemen ondervinden van verhoogde drukval door fouling

Applicatie/voorbeeldcasus

De wisselaars hebben hun toepassing gevonden in: gascompressie nakoelers, bij gasdroging, aardgasextractie, productie van vloeibaar aardgas, stroomopwekking uit restwarmte, verbetering van de prestaties van een Combined Cycle Gas Turbine met fuel gas voorverwarming, energie opslag met gebruikmaking van vloeibare lucht en energieopslag door middel van power to gastechnologie.

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Onbekend	Off shore: corrosie, robuustheid	Onbekend

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs



Intensiveren van een stoomkraker

Beschrijving technologie

Het inbouwen van radiant coils met een betere performance tijdens een revamp kan zeer energie-efficiënt zijn. De intensivering richt zich op vergroting van de selectiviteit, de capaciteit, de runlengte of een combinatie van deze factoren. Bijkomende voordelen zijn:

- Betere overall thermische efficiency
- Meer flexibiliteit voor andere feedstocks
- Verlenging van de fornuis life cycle
- Reductie van NOx emissies

Applicatie/voorbeeldcasus

De meest recente intensiveringsstap bestaat uit het toepassen van een 3-lane arrangement en/of toepassing van swirl-flow tubes die een betere warmte overdracht realiseren. Voorbeelden van toepassingen zijn niet openbaar. Technip is leverancier.

Noot: mogelijk ook toepassing in pre-heat fornuizen.

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Onbekend	uitzetting, lektheid, brandbare feedstock	Onbekend

Duurzaamheidsopbrengsten

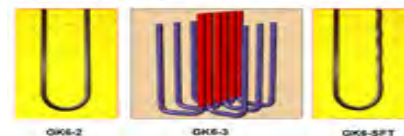
- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

Technip Radiant Coil Designs Liquid Cracking

- GKE 2-Lane Coil Design
- GKE 3-Lane Coil Design
- GKE-SFT Coil Design



Hoge viscositeitstechnologie: concentreren én verdampen

Beschrijving technologie

Deze technologie kan tegelijkertijd verdunde oplossingen concentreren en vluchtige componenten verwijderen:

- Bijproducten/Oplosmiddelen/Monomeren/oligomeren uit hoge viskeuze smelten/oligomeren uit producten die faseovergangen ondergaan en daarbij een viscositeitsstijging vertonen in combinatie met directe flash verdamping in het procesgedeelte.
- De “Operating Envelope” van deze technologie is groot (de toepasbare range in druk, temperatuur, capaciteit, concentratie, etc.)
- De leverancier levert maatwerk in nauwe samenwerking met de klant. Dit betekent dat de beschrijving van de technologie hier vrij algemeen gehouden is. Meer info: zie link hieronder.

Applicatie/voorbeeldcasus

Dit type apparatuur voert tegelijkertijd de fysische bewerkingen concentreren en verdampen uit. De grootste leverancier in dit segment bouwt sinds jaren full scale en ontwikkelt apparatuur in nauwe samenwerking met haar industriële klanten. Uit vertrouwelijkheids-overwegingen verstrekt het bedrijf geen voorbeeld casussen.

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Onbekend	Thermische degradatie bij extreme shear, gaslektheid	Onbekend

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs



Hoge viscositeitstechnologie: compounding en homogeniseren

Beschrijving technologie

Deze technologie is in staat tot:

- Pre-conditioning van componenten
 - Continue inmenging van fillers, flakes of invriesbare poeders in een hoog viskeuze polymeer smelt
 - Handling van vaste stoffen met zeer lage bulkdichtheden
- De leverancier levert maatwerk in nauwe samenwerking met de klant. Dit betekent dat de beschrijving van de technologie hier vrij algemeen gehouden is

Applicatie/voorbeeldcasus

Deze apparatuur voert gelijktijdig twee fysische bewerkingen uit: compouneren en homogeniseren. De grootste leverancier in dit segment bouwt sinds jaren full scale en ontwikkelt apparatuur in nauwe samenwerking met haar industriële klanten. Uit vertrouwelijkheidsoverwegingen verstrekt het bedrijf geen voorbeeld casussen.

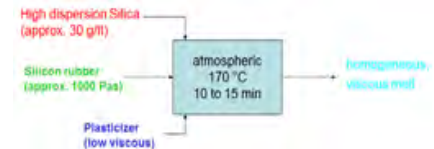
Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Onbekend	Thermische degradatie bij extreme shear, gaslektheid	Onbekend



Hoge viscositeitstechnologie: polycondenseren

Beschrijving technologie

Met deze gecombineerde meng/reactietechnologie kan men continue polycondensatiereacties uitvoeren waarbij de toename in molgewicht gepaard gaat met viscositeitstoename van de smelt. Tijdens constructiefase kan de leverancier tailor-made injectiepunten installeren voor toevoeging van monomeer/pre-polymer en/of initiator/katalysator oplossingen.

Applicatie/voorbeeldcasus

Fysische menging/ontvluchtiging in combinatie met chemische reactie met hoog viskeuze stoffen. Reactotherm®, Reasol®, Reacom® und Reavisc® zijn vier typen processoren die hiertoe in staat zijn. Uit vertrouwelijkheids-overwegingen verstrekt het bedrijf geen voorbeeld casussen.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Onbekend	Thermische degradatie bij extreme shear, gaslektheid	Onbekend



Hoge viscositeits technologie: vast/vloeistof/gasprocessing

Beschrijving technologie

Deze technologie is een voorbeeld van procesintensivering: zij is in staat tot gelijktijdige processing van een vaste, een vloeibare (slurry) en een gasfase. De leverancier levert maatwerk in nauwe samenwerking met de klant. Dit betekent dat de beschrijving van de technologie hier vrij algemeen gehouden is.

Voorbeeldcasus

Het verwerken van natte poeders, slurries en/of dispersies tot een viskeuze polymeer smelt onder gelijktijdige verdamping van water of andere vluchtige componenten en dit gecombineerd met het produceren van een homogene hoog viskeus – plastische smelt. Uit vertrouwelijkheidsoverwegingen verstrekt het bedrijf geen voorbeeld casussen.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Onbekend	Thermische degradatie bij extreme shear, gaslekdichtheid	Onbekend



Rotor Stator Mixers

Beschrijving technologie

Rotor-stator mixers (RSM's) worden veel toegepast in de food, care, health en fine chemical sectoren van de procesindustrie. In de traditionele bulkchemie komt dit type mixer weinig voor. Dus: bekend, en nieuw voor bulkchemie. Een sterk toegenomen inzicht in en modellering van de fundamentele mechanismen die optreden in Rotor – Statorconfiguraties heeft ertoe geleid dat de nieuwste generatie RSM's in staat is tot een voorspelbare en zeer gerichte focus van energiedissipatie en afschuifkrachten.

Applicatie/voorbeeldcasus

Een producent van underbody coatings voor auto's voegt een kleifiller toe aan asfalt bij een temperatuur van 204 C om de viscositeit te verhogen voor toepassing als een tixotrope coating. Na een eerste pre-mix in een geroerd vat is een intensieve menging van het materiaal nodig onder hoge afschuifkrachten om te deagglomereren en om de kleideeltjes te dispergeren in het asfalt zodat de tixotrope eigenschappen kunnen ontstaan. Toepassing van de rotor-stator technologie brengt de processing tijd terug van 5 dagen naar 1 uur en 40 minuten.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Onbekend	Brandbaarheid componenten	Onbekend



Reactoren voor twee-fasenprocessen

Beschrijving technologie

Deze reactortechnologie voor niet-mengbare vloeistof-vloeistof en gas-vloeistof reacties garandeert: Voldoende lange contacttijden / isotherme operatie / identieke molecuulhistorie / Hoge resistentie tegen corrosieve omstandigheden
 Procescondities: Flow: 0,45–260 ml/u; Temp: -60–200°C ; Druk: tot 18 bar kLa (gas/vloeistof) : 0,25 – 1,5 s-1 (zeer hoog).

Applicatie/voorbeeldcasus

- Nitreringsreacties in Corning® AFR (met explosieve bijproducten)
- Selectieve hydrogenering met slurry katalysator (zeer exotherm)
- Kan transitie van batch naar continu teweegbrengen

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Onbekend	Combinatie van constructiemateriaal glas en te hoge druk	Onbekend



Electrochemische reactoren: chemicaliën produceren met (goedkope) stroom

Beschrijving technologie

Volterion produceert bipolaire reactoren en batterijen met een nieuwe lastechniek die leidt tot compacte units. Reactoren en batterijen zijn geheel pakkingvrij en lekdicht gedurende de levensduur. Interessant is nu, dat Volterion haar kennis om full scale (2,5 m²) grafitelectroden voor batterijen te bouwen nu versneld inzet voor toepassing in elektrochemische reactoren. Met deze reactoren kan men bijv. building blocks / base chemicals voor de chemie maken zoals methanol.

Applicatie/voorbeeldcasus

Geheimhoudingsclausules met opdrachtgevers respecterend (geen namen van klanten; geen procescondities):

- Labtests van full scale units zijn succesvol gebleken
- Op dit moment schaaft de leverancier de productiecapaciteit op
- De leverancier zal een veldtest uitvoeren in Q2/Q3 2016 met launching customers in Duitsland

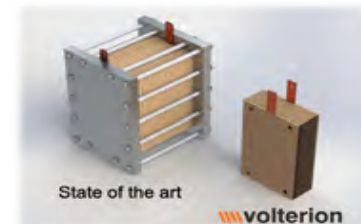
TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
7-8	Onbekend	Brandbaarheid componenten in combinatie met elektrische spanning	Nee

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs



Spinning Disc Reactor: beheersing van zeer exotherme en snelle reacties bij kamertemperatuur

Beschrijving technologie

Dit betreft een continue reactortechnologie waarin sterk exotherme chemische reacties in seconden veilig kunnen plaatsvinden onder volledige beheersing van temperatuur en druk. De geïntensiverde condities leiden tot een hoge feedstock- en energie- efficiency, verbeterde productkwaliteit en flexibiliteit in productie.

Max flow: 10 m³/dag [dit is tegelijkertijd de belangrijkste beperking van de technologie]

Max druk: 10 bar

Max temperatuur: 160 °C.

Applicatie/voorbeeldcasus

Primair toepassingsgebieden zijn exotherme reacties en reacties met snelle volgreacties.

Geheimhouding limiteert de informatie tot het volgende: 2015: 2 SDR's verkocht; 1 in constructie; 2 in optie. 2016: 5 tot 10 in optie.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
7-9	Onbekend	Mechanische vibraties bij te hoge toerentallen leiden tot schade	Onbekend



Cyclische destillatie: verhoging van scheidingsefficiëntie in destillatiekolommen tot een factor 3

Beschrijving technologie

Cyclische destillatie wordt al geruime tijd succesvol toegepast in verschillende Oost-Europese landen. Het verschil tussen cyclische destillatie en gewone destillatie is het feit dat de dampstroom in de destillatiekolom periodiek gestart en gestopt wordt. De hierdoor teweeggebrachte vloeistof-gas hydrodynamica in de kolom leidt tot scheidingsefficiënties die tot een factor drie hoger kunnen zijn dan normaal het geval is. Aangezien de refluxverhouding normaliter de parameter is waarmee de zuiverheid van top-producten ingesteld kan worden kunnen cyclische destillatiekolommen met een lagere refluxverhouding opereren, hetgeen direct tot substantiële energiebesparing leidt.

Revamps van bestaande kolommen vereisen onder meer nieuwe (Maleta) schotels en aanpassingen aan het damptoevoersysteem. Het ruimtebeslag en de verwachte optredende druk- en flowvariaties zullen bepalen of de bestaande infrastructuur / installatie deze kan accommoderen.

Applicatie/voorbeeldcasus

- Chervonoslobodskoyethanol plant, Ukraine, Capacity 60.000 l/day
- Cleaning of raw coal benzole, Ronetsk, Ukraine, 30 ton/day
- Fractionation of kerosene, Damman, KSA, 200 t/day

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Onbekend	Periodieke drukpulsen stellen lekdichtheids-/mechanische eisen aan alle equipment in de destillatietrein	Nee

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs



Chervonoslobodskoy Ethanol Plant

Ukraine

Capacity 60.000 liters/day

Hydraulische Waskolom: Hoge zuiverheid te bereiken tegen minder kosten

Beschrijving technologie

Gebruik van geïntegreerde continue kristallisatie technologie voor het zuiveren van chemische producten in de laatste stap van productie i.p.v. traditionele kristallisatie of destillatie. Hiermee is hoge zuiverheid te bereiken tegen minder kosten. Deze technologie gebruikt minder materiaal, met name solventen (vergeleken met traditionele kristallisatie-processen); Minder energie (vergeleken met destillatie), minder CO₂ i.v.m. beide hiervoor benoemde opbrengsten.

Applicatie/voorbeeldcasus

Geïntegreerd als unit operation in >2 fabrieken, waaronder de fabriek van Solvay in Bernburg, Duitsland. De technologie wordt commercieel aangeboden door Soliqz BV.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	15 MEur (replacement distillation 150 kT); 2.5 MEur (replacement distillation 15 kT)	Onbekendheid met de (complexe) technologie t.o.v. distillatie. Hogere CAPEX lagere OPEX	Nee



Oprekken operationele vensters: Meer productie met dezelfde product-installatie

Beschrijving technologie

Veel operationele productie vensters zijn minstens 50 jaar geleden opgesteld. Door met de laatste stand van de wetenschap ondersteund met experimenteel werk te kijken naar de veiligheids- en explosiegrenzen kan doorgaans meer geproduceerd worden met dezelfde productie-installatie door instellingen te veranderen en kleine aanpassingen te doen (het 'oprekken' van operationele condities). Dit is een relatief makkelijke ingreep die sneller kan worden geïmplementeerd dan nieuwe technologieën.

Applicatie/voorbeeldcasus

Aanpak toegepast op meer dan 5 bedrijven (niet voor publiek beschikbaar). Toepassing zorgt voor minder materiaal- en energieverbruik per volume geproduceerd.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	~€ 200-600k	Er moet goed bekend zijn waarom de grenzen zijn zoals ze zijn.	Onbekend

Energie-efficiënte waterstofproductie middels membraanreactoren

Beschrijving technologie

De productie van waterstof uit aardgas kan veel efficiënter, met name de grondstof en energie-efficiëntie kan sterk worden verhoogd. Waterstofproductie door middel van membraanreactoren is hiervoor een veelbelovende technologie. Er ligt vooral potentie bij de grote waterstofverbruikers.

Applicatie/voorbeeldcasus

De eerste marktintroductie van deze technologie geschiedt via kleine schaal gedecentraliseerde productie-installaties, gevolgd door grootschalige productie in o.a. de raffinaderij. Bij volledige toepassing kan deze technologie in totaal een energiebesparing van maximaal 13PJ/jr opleveren in Nederland.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
6	Onbekend	Opschaling productie technologie Formatie Waardeketen Toepassing ontrikken door piloting	Onbekend



Efficiënte productie van esters

Beschrijving technologie

Bij de productie van esters wordt water gescheiden middels een energie intensief proces, namelijk destillatie. Pervaporatie is een efficiëntere technologie voor het selectief scheiden van water uit het reactiemengsels.

Applicatie/voorbeeldcasus

Naast toepassing in de productie van esters kan deze technologie ook ingezet worden voor het verwijderen van water uit evenwichtsgelimiteerde reacties zoals acetalisatie en transesterificatie. Dit kan tot 40% energiebesparing opleveren en tot 30% reductie in grondstoffen.

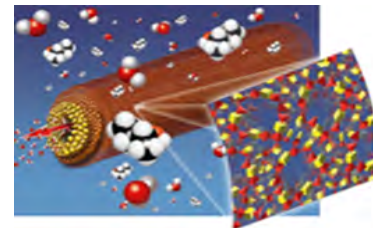
Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
3	Nog onbekend	Geen noemenswaardige risico's tot op heden bekend	Onbekend



Efficiënte absorptie en destillatie processen

Beschrijving technologie

Distillatie en absorptie zijn verantwoordelijk voor meer dan 50% van het energiegebruik in de chemische industrie. Verbetering van de huidige distillatie en absorptie kolommen is mogelijk door gebruik van gestructureerde systemen waarmee het scheidingsproces gecombineerd wordt met warmteoverdracht.

Applicatie/voorbeeldcasus

Deze technologie kan worden toegepast voor verschillende destillatie- en absorptie processen, zoals CO₂ & zwavel verwijdering.

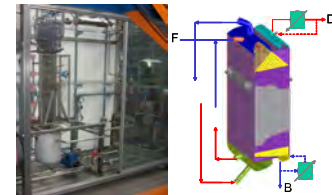
Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
2	Nog onbekend	Geen noemenswaardige risico's tot op heden bekend	Onbekend



Waterzuivering met restwarmte

Beschrijving technologie

Membraandestillatie is een technologie waarmee vrijwel elk type water kan worden gezuiverd, gebruikmakend van lage temperatuur restwarmte in koelwater. Waar voor traditionele waterzuiveringssystemen zware dieselaggregaten nodig zijn, waarbij een groot deel van de energie verloren gaat als restwarmte, kan de membraandestillatie technologie de restwarmte wél gebruiken. Daarmee is het mogelijk om energiezuinig een combinatie van water en energie te produceren.

Applicatie/voorbeeldcasus

Aquaver, producent van waterzuiveringssystemen, en Bredenoord, leverancier van mobiele stroom, ontwikkelden samen een manier om restwarmte van aggregaten in te zetten voor waterzuivering. Dat levert energiebesparing op van 50-75% op locaties waar geen drinkwater en stroom beschikbaar zijn. Daardoor is minder diesel nodig en daalt de ecologische voetafdruk van elke liter water die wordt geproduceerd fors.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

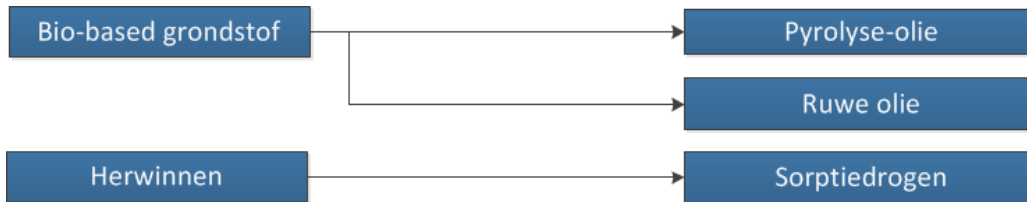
- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Nog onbekend	Onbekend	Nee





Vervangen fossiele grondstoffen



Pyrolyse olie: olie geproduceerd uit houtresten

Beschrijving technologie

Pyrolyse is een proces waarbij organisch materiaal (biomassa) wordt ontleed door het te verhitten tot hoge temperaturen, zonder dat er zuurstof bij kan komen. Bij pyrolyse olie wordt vloeibare olie gemaakt uit vaste biomassa, zoals bijvoorbeeld houtresten. Wanneer dit met restmateriaal gebeurt, is er sprake van duurzaam hergebruik van producten. Met de olie zijn meerdere toepassingen mogelijk. Zo kan het als basis dienen voor de productie van hoogwaardige chemicaliën en grondstoffen en op den duur brandstof voor auto's.

Applicatie/voorbeeldcasus

De productielocatie van FrieslandCampina in Borculo maakt gebruik van duurzame pyrolyse-olie, afkomstig van Empyro in Hengelo die de olie produceert uit houtresten. Bij het pyrolyseproces komt ook stoom vrij, die een andere industriële buurman AkzoNobel afneemt via een nieuw aangelegde leiding. Met de pyrolyseolie verstoekt FC jaarlijks 10 miljoen kubieke meter minder aardgas en ontstaat een CO₂-reductie van 16.000 ton.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	€20 mln (in geval FrieslandCampina)	Alleen duurzaam bij gebruik restproducten	Onbekend



Toepassen van een sorptiesysteem voor de terugwinning van restwarmte uit droogprocessen

Beschrijving technologie

De restwarmte van veel droogprocessen bestaat uit vochtige lucht, waar het lastig is om warmte terug te winnen. Een sorptiesysteem gebruikt de warmte die vrijkomt bij absorberen van het water om de lucht weer op te warmen voor het droogproces.

Applicatie/voorbeeldcasus

De uitlaat van een sproeidroger (voedingsmiddelen- & chemische industrie) van bv 80°C kan in een sorptiesysteem worden ontvochtigd en verwarmd tot 180°C en weer opnieuw worden ingezet in de sproeidroger. De potentiële energiebesparing van deze toepassing in Nederland is 10 PJ/jaar, evenals een CO₂ reductie van 600 kton/jaar. Daarnaast zorgt het voor een reductie in geuremissie en een vergroening van het proces.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

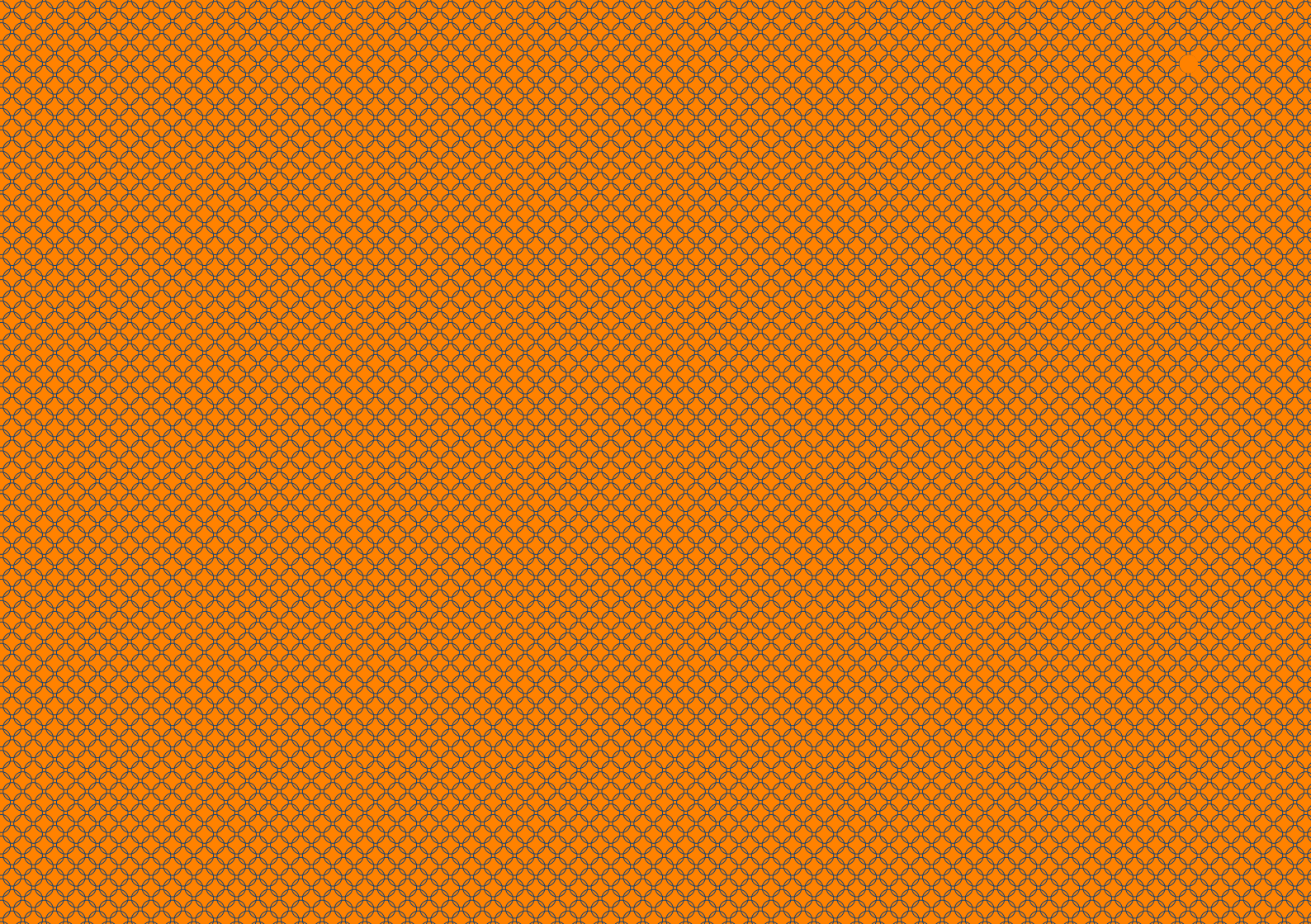
Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

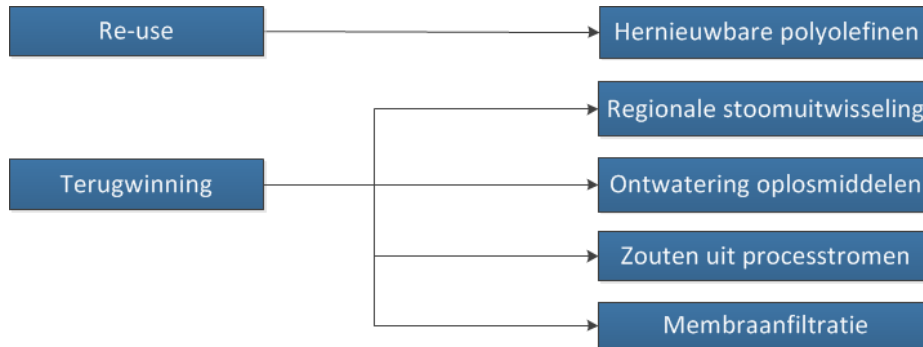
TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
3	Nog onbekend	Corrosie Vervuiling	Onbekend







Sluiten van de materiaalketen



Chemische depolymerisatie: Van plastic naar olie

Beschrijving technologie

Plastics (voornamelijk polyolefinen) recyclen naar olie door middel van Chemische depolymerisatie bij ongeveer 400 °C.

Applicatie/voorbeeldcasus

BlueAlp heeft voor Petrogas een plastic to oil proces ontwikkeld en richt zich met name op klanten in de Benelux. Deze olie wordt gebruikt voor chemische bouwstenen.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
2	Onbekend	Onbekend	Onbekend



Regionale stoomuitwisseling: slim hergebruiken van energie in de omgeving

Beschrijving technologie

Regionale stoomuitwisseling kan worden ingezet wanneer industrieën stoom in hun bedrijfsprocessen produceren dat kan worden gebruikt door omliggende bedrijven, die juist stoom nodig hebben voor hun bedrijfsproces. Intern hergebruik van energie is vaak efficiënter dan het verkopen ervan.

Applicatie/voorbeeldcasus

In de Botlek vindt stoomlevering plaats tussen AVR/Van Gansewinkel als leverancier en Emerald Kalama Chemical als stoomafnemer. Het stoomnetwerk transporteert jaarlijks ongeveer 450.000 ton uit afval opgewekt stoom aan het chemiebedrijf. In de toekomst kunnen meer bedrijven op het netwerk aansluiten. Het netwerk wordt beheerd door netwerkbedrijf Stedin.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Onbekend	Moeilijk te organiseren.	Onbekend



Afvalwaterzuivering: hergebruik proceswater

Beschrijving technologie

Door middel van een membraanfiltratie installatie kan afvalwater worden hergebruikt in verschillende processen. Het schone water wordt bijvoorbeeld hergebruikt voor de stoomproductie. Het proceswater en de stoom eindigen vervolgens weer in de waterzuivering. Door de waterkringloop is het gebruik van grondwater niet meer nodig.

Applicatie/voorbeeldcasus

In Gouda hergebruikt het Engelse bedrijf Croda zijn proceswater middels membraanfiltratie. Normaal gesproken pompte het bedrijf jaarlijks zo'n vijfhonderdduizend ton water op dat vervolgens werd gezuiverd en als stoom en proceswater werd ingezet. Met een nieuwe zuiveringsinstallatie, die ultrafiltratie (UF) en omgekeerde osmose (RO) combineert om het afvalwater tot demiwater op te schonen, realiseert het bedrijf een aanzienlijke water- en energiewinst. Daarnaast is het chemicaliëngebruik met meer dan negentig procent gereduceerd.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	2mln (ordegrootte)	Geen	Onbekend



Terugwinning van zouten uit processtromen: verbeteren van processing van organische componenten door zoutverwijdering

Beschrijving technologie

Door toepassing van een ontwikkelde scheidingstechnologie kunnen zouten worden verwijderd uit processtromen, teneinde zouten te hergebruiken en behandeling van organische componenten te verbeteren. Voorbeelden van technologieën die in de evaluatiefase worden meegenomen zijn nanofiltratie, elektrolyse, capacitieve deionisatie, pervaporatie, osmose en omgekeerde osmose, adsorptie, ionenuitwisseling en elektroprecipitatie.

Applicatie/voorbeeldcasus

ISPT Euridice project. Hierin worden geschikte stromen geïdentificeerd, geschikte technologie combinaties verkend en opschalingsstappen voorbereid. Het project moet zichtbaar maken welke energie- en kostenbesparende technologieën een doorbraak kunnen bewerkstelligen in het rendabel terugwinnen van bestanddelen uit proceswaterstromen door het energieverbruik en de kosten drastisch terug te dringen. Verwacht wordt in 2017 een vervolg / opschalingsproject (pilot) te kunnen starten en binnen 3-5 jaar een demo uit te voeren. Mogelijk kan uit deze technologie een besparing volgen van 2PJ/jaar energie vs. 100 kt/jaar CO₂.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
6-7	1 M€ voor pilot TRL7	Kostenscheiding groter dan terugverdien mogelijkheden Teruggewonnen zout niet zuiver genoeg	Onbekend

Hernieuwbaar polyethyleen en polypropyleen

Beschrijving technologie

Door zware grondstoffen te kraken, die zijn gemaakt uit afvalvetten en -oliën, kunnen hernieuwbare polyolefinen worden gemaakt. Prestaties zijn vergelijkbaar met grondstoffen op basis van fossiele brandstoffen. De duurzaamheid is aangetoond in nauwe samenwerking met de International Sustainability and Carbon Certification (ISCC) organisatie.

Applicatie/voorbeeldcasus

Het nieuwe hernieuwbare portfolio is tot stand gekomen onder het motto “Chemistry that Matters™”, een aanpak waarbij SABIC in nauwe samenwerking met klanten materialen ontwikkelt die tegemoet komen aan de groeiende vraag naar duurzame materialen die geen impact hebben op de voedselketen. Zichtbaar is een Elopack vloeistofverpakking waarin het gecertificeerde hernieuwbare SABIC LDPE 2005EC polymeer is gebruikt. Ook zijn er al toepassingen in waterbehandelingsystemen en voor LED verlichting.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
6-9	Onbekend	Nieuwe technologie in grote markt.	Onbekend



Energie efficiënte ontwatering van oplosmiddelen

Beschrijving technologie

Pervaporatie membranen zijn in staat oplosmiddelen op een energie effectieve manier te reinigen, waardoor deze opnieuw gebruikt kunnen worden. Dit kan 19-50% energiebesparing opleveren.

Applicatie/voorbeeldcasus

Veel afvalstromen worden op dit moment verbrand in cementovens. Naast toepassing in de recycling industrie kan deze technologie ook ingezet worden voor het verwijderen van water uit organische stromen in chemische processen. De toepassing is echter nog niet marktrijp.

Duurzaamheidsopbrengsten

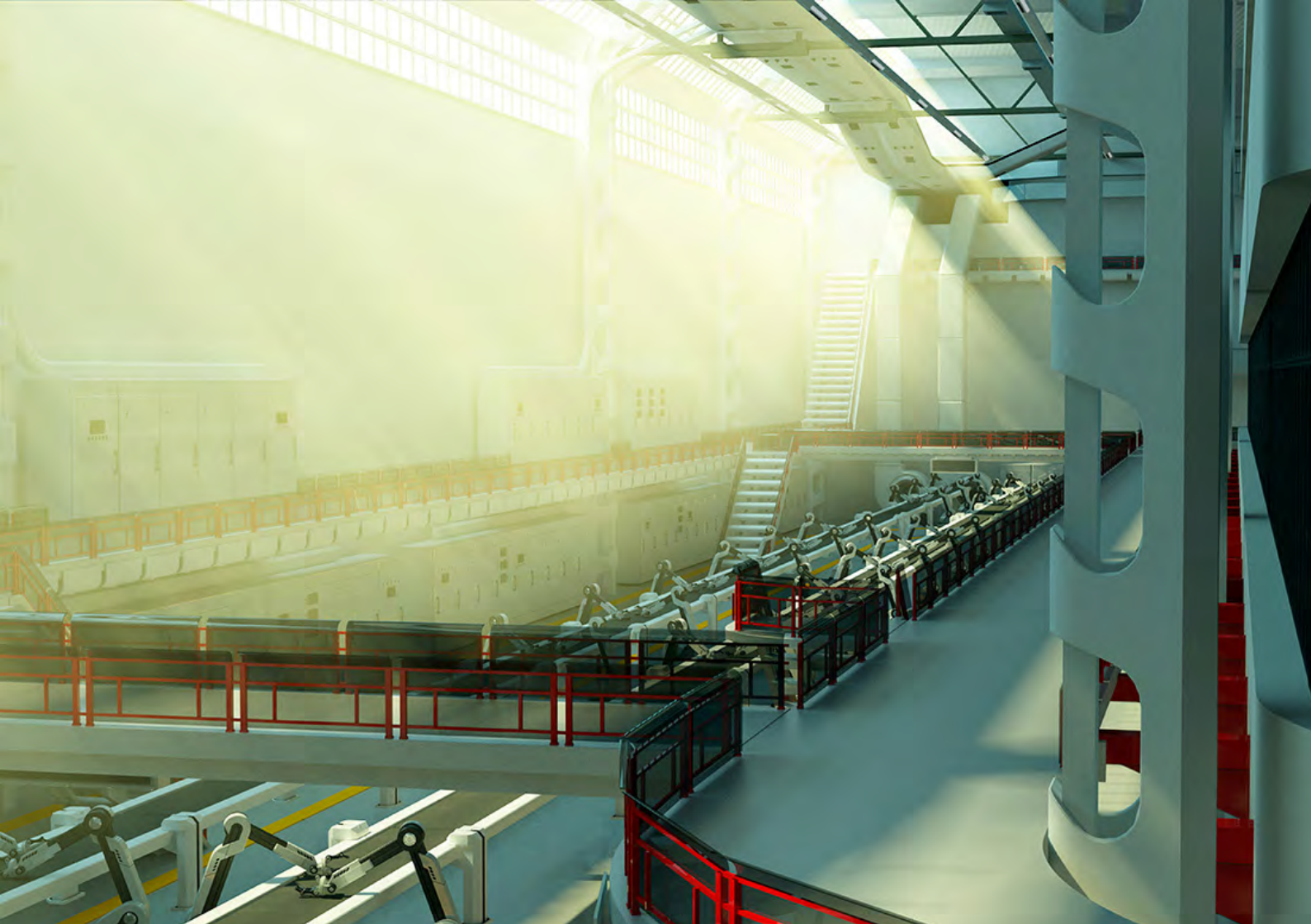
- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

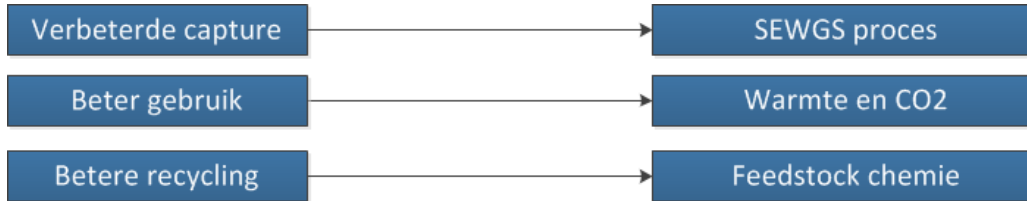
- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
6	Nog onbekend	Geen noemenswaardige risico's tot op heden bekend	Onbekend





CCS/CCU



Waardevermeerdering van hoogovengassen

Beschrijving technologie

Restgassen worden in de staalindustrie omgezet in elektriciteit. Hierbij komt een grote hoeveelheid CO₂ per KWh vrij. Het is echter ook mogelijk om deze gassen om te zetten naar waterstof en tegelijkertijd CO₂ af te vangen. Dit biedt de mogelijkheid om chemicaliën, bv methanol, en elektriciteit te maken met een geringe CO₂ foot print, tegen lage CO₂ afvangkosten.

Applicatie / voorbeeldcasus

Middels het uitvoeren van een water gas shift reactie en gelijktijdige CO₂ sorptie kan het waterstof gehalte in de gasstroom verhoogd worden en tegelijkertijd de CO₂ worden afgescheiden. Dit levert vermindering van de (in)directe CO₂ uitstoot van een hoogoven op met >80%. De CO₂ kan worden afgevangen tegen de bijzonder lage kostprijs van < 20 €/ton.

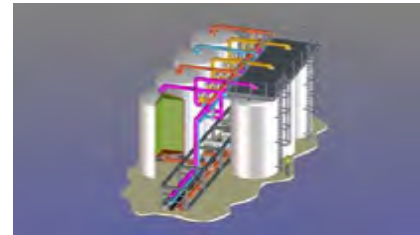
Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
6	Onbekend	Emissiekosten blijven laag On site pilot moet grootschalige haalbaarheid aantonen	Onbekend



Hergebruik van gasstromen uit de metaalindustrie

Beschrijving technologie

Afscheiden en hergebruiken van CO uit (rest)gasstromen uit de staalindustrie voor synthese van koolwaterstoffen in de chemische industrie. Het CO uit de staalindustrie wordt echter niet als grondstof gebruikt maar geconverteerd naar CO₂ en uitgestoten. Drie grote gasstromen zijn Blast Furnace (BF), BOF (Blast Oxygen Furnace) en CokesOven (CO gas). Voor een staal plant ligt de BF stroom al snel op 730.000 nm³/hr BF gas ca 25% CO, 25% CO₂ en 3% H₂, en de BOF stroom op 35.000 nm³/hr (50% CO en 18% CO₂). De CO wordt grotendeels omgezet naar CO₂ en uitgestoten. Door de CO te hergebruiken kan dus al tot aanzienlijke CO₂ emissie reductie worden gekomen.

Applicatie/voorbeeldcasus

Het scheiden van BF, BOF en CO-gas afkomstig van staalproductie in Gent tot voldoende zuivere CO voor synthese bij Dow.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
7; verdere stappen o.b.v. technologie ontw. nu op TRL 3+	10 M€ (of ordergrootte)	Kosten CO ₂ emissie; Prijs CO ₂ Beschikbaarheid waterstof	Onbekend

Restwarmte en zuivere rest CO₂ uit de industrie als grondstof voor de tuinbouw

Beschrijving technologie

Hoogwaardige restwarmte en zuivere rest CO₂ uit de industrie wordt gebruikt als grondstof voor de tuinbouw. De prijs van restwarmte ligt ver onder die van aardgas bij gebruik van conventionele installaties. Daar komt bij dat de gasprijs een onzekere factor blijft. De tuinders in Zeeuws-Vlaanderen hebben langjarige contracten met WarmCO₂.

Applicatie/ voorbeeldcasus

Bij kunstmestproducent Yara Sluiskil wordt onder meer salpeterzuur en ammoniak geproduceerd. Bij deze productie komt zuivere CO₂ en warmte vrij. De warmte wordt normaal gesproken weer gekoeld en de CO₂ komt dan in het milieu terecht. Nu vangen installaties bij Yara de warmte en CO₂ af.

Voor het opvangen van warmte beschikt Yara over 76 MW thermisch vermogen. Deze restwarmte wordt naar behoefte naar de kassen getransporteerd. Voor het transport van restwarmte en rest CO₂ van Yara Sluiskil naar het glastuinbouwgebied is een leidingnet aangelegd. De zuivere CO₂ die bij het productieproces van Yara vrijkomt kan zonder verdere bewerking de kassen in. Voor planten is CO₂ een belangrijke groeistof die ze uit de lucht opnemen

Duurzaamheidsopbrengsten

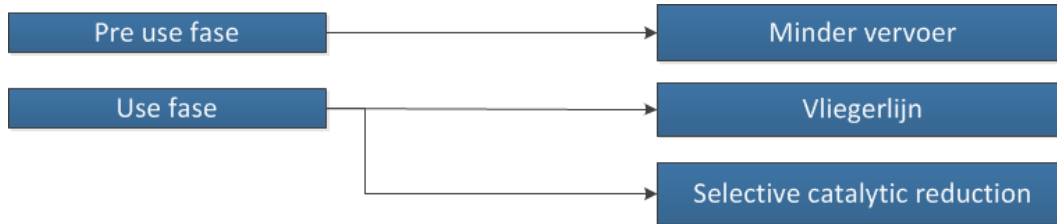
- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
6-9	Onbekend	Onbekend	Onbekend

Duurzame producten



Ureum oplossing AdBlue YARA

Beschrijving technologie

Het proces gebruikt een katalysator om de reactie die NOx afbreekt efficiënter en op lagere temperatuur te doen verlopen. De reductie wordt uitgevoerd door de NOx te laten reageren met ureum of ammoniak, dat aan het rookgas moet worden toegevoegd. Dit wordt onder meer toegepast om de uitstoot van stikstofoxiden NOx van zware dieselveertuigen te verlagen. AdBlue is een heldere, niet giftige ureumoplossing van 32,5% in gedemineraliseerd water.

Voorbeeldcasus

Onder de klanten die bij Air1 AdBlue bestellen, bevinden zich eigenaren van wagenparken in de sectoren vervoer, voedingsmiddelen- en drankenindustrie, energie, chemie, bouw, mijnbouw en openbaar vervoer. Hiermee reduceren zij NOx-emissies van voertuigen en industriële installaties.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
6-9	Onbekend	Trade-off NOx uitstoot en motor vermogen.	Onbekend

Avebe: van wegtransport naar railtransport

Beschrijving technologie

Avebe heeft fabrieken in Nederland, Duitsland en Zweden. Daartussen werd van oudsher het product via de weg getransporteerd. Dit is nu grotendeels vervangen door transport via het spoor. Naast CO₂-reductie levert het een grote besparing aan wegkilometers, wat bijdraagt aan het verminderen van de filedruk.

Applicatie / voorbeeldcasus

Door het omzetten van weg naar spoor tussen de Duitse en Zweedse fabrieken en Nederland, vervangt 1 treinrit 42 vrachtwagenbewegingen. Jaarlijks bespaart dit 1.200.000 wegkilometers en 680.000 kg CO₂.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	€0,-	Verandering van vervoerder --> wellicht onbekende partij Het volledig vullen van een trein vergt strakkere planning	Onbekend

Dynema vliegerlijn DSM tbv SkySails olietankers

Beschrijving technologie

Olietankers worden tegenwoordig steeds vaker uitgerust met gigantische vliegers. Deze vliegers hebben – bij genoeg wind – zoveel trekkracht dat ze de dieselmotoren van deze tankers flink kunnen ontlasten. Het bedrijf SkySails wil nu vliegers maken van 1.600 vierkante meter (ongeveer een kwart van een voetbalveld. Deze vliegers zouden een brandstofbesparing van 50 procent moeten bewerkstelligen. Hiervoor is een touw/kabel nodig die deze krachten aan kan, DSM ontwikkelt dit.

Applicatie / voorbeeldcasus

DSM heeft onlangs een touw/kabel ontwikkeld om de gigantische krachten die op de vliegers werken te kunnen opvangen. Er wordt gebruik gemaakt van flexibele materialen die 15 keer zo sterk zijn als staal (Dynema).

Duurzaamheidsopbrengsten

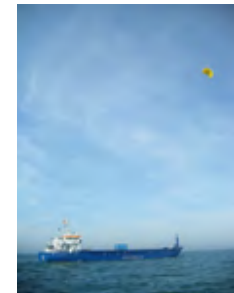
- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

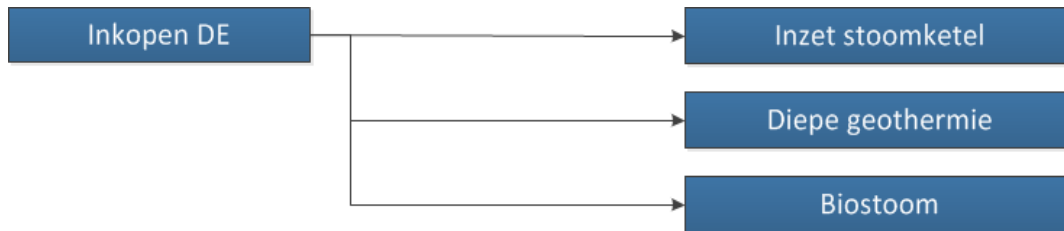
- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
6-9	Onbekend	Windrichting/ kracht/ wisselvalligheid	Onbekend

<https://www.energievergelijk.nl/energievergelijker/5-innovaties-om-duurzame-energie-op-te-wekken>
https://nl.wikipedia.org/wiki/SkySails#/media/File:Theseus-Quelle_WesselsReederei.jpg



Duurzame energie



Biostoom: groene stoom uit laagwaardige houtachtige brandstoffen

Beschrijving technologie

Met biostoom wordt het opwekken van “groene” stoom uit laagwaardige, lokaal te winnen, houtachtige brandstoffen bedoeld. Hoewel dit minder duurzaam is vergeleken met bioraffinage, is het aanzienlijk beter dan het gebruiken van fossiele brandstoffen. De technologie is nu al beschikbaar en voldoet aan de huidige emissienormen.

Applicatie/voorbeeldcasus

Bio-energie De Vallei (BDV en HSV Moulded Foams Group (HSV MFG uit Ede hebben een overeenkomst gesloten voor de levering en afname van groene stoom. Dit project start in 2016. Bio-energie De Vallei voorziet in de inkoop van snoeihout, de bio-energie installatie en een warmtenetwerk. Economisch haalbaar dankzij SDE+.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	Onbekend	Gebruik van hout voor verbranding	Onbekend



Gebruik van diepe geothermie voor aandrijving van industriële processen

Beschrijving technologie

Vanuit de Nederlandse bodem is bij voldoende diepte (5-7 km) warmte van circa 200°C te 'oogsten'. Deze warmte kan worden ingezet in een groot aantal industriële processen. De combinatie met warmtepompen moet worden gemaakt om de bron zo goed mogelijk te benutten. Warmtepompen kunnen worden gebruikt om een hogere temperatuur te bereiken.

Applicatie/voorbeeldcasus

Deze technologie kan worden toegepast in de chemische sector, de voedingsmiddelen- en papierindustrie. De business case wordt positief door gebruik te maken van SDE voor duurzame warmte. De potentiële energiebesparing in Nederland is 20 PJ/jaar, plus een CO₂ emissiereductie van 1.2 Mton/jaar.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
5	Nog onbekend	Boring in de diepe ondergrond	Onbekend



Inzet elektrische stoomketel voor gebruik van duurzame elektriciteit

Beschrijving technologie

De elektrische stoomketel kan worden gebruikt om (goedkope duurzame stroom in te zetten voor de productie van warmte. Deze stoomketel kan worden ingezet in plaats van gasgestookte stoomketels, waarmee gebruik van gas wordt vervangen door gebruik van elektriciteit. Dit is een vorm van demand side response, waarbij de ketel wordt ingezet wanneer er een overschot van duurzame energie beschikbaar is op de markt.

Applicatie/voorbeeldcasus

Nog niet van toepassing met het idee om duurzame energie te gebruiken. Feasibility studies zijn op meerdere plekken uitgevoerd, zoals bij Avebe en Smurfit Kappa in het kader van het Power2Products project van Berenschot, ISPT en CE Delft.

Duurzaamheidsopbrengsten

- CO₂ reductie
- Energiereductie
- Materiaalreductie
- Biobased feedstock
- Renewable energie

Businessopbrengsten

- Kostenreductie
- Minder uitval
- Hogere beschikbaarheid
- Hogere yield
- Betere specs

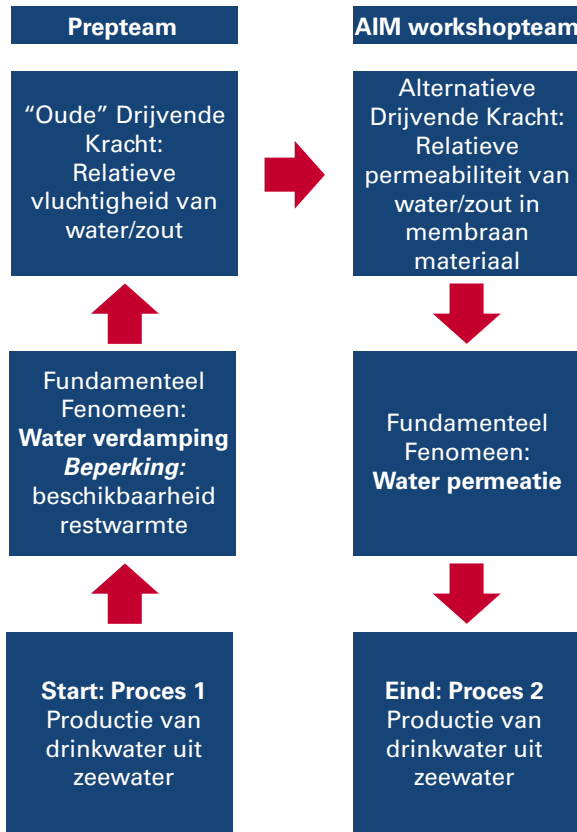
TRL niveau	Investeringskosten	Risico's	LCA
9	€1 mln (of ordergrootte)	Evt netverzwaring nodig Gasprijsafhankelijk	Nee





Organisatorische voorbeelden

Proces Innovatie Methode AiM



Wat is het?

Een gestructureerd brainstormproces.

Hoe werkt het?

Een klein voorbereidings(prepteam)

Een multidisciplinair Workshopteam rond de plant Creatieve focus op Drijvende Krachten in het productieproces.

Wat biedt het?

Korte termijn: Lijst met Nieuwe Equipment voor de plant.

Middellange termijn: Nieuwe Conceptuele Proces Ontwerpen.

Wanneer is het in de markt geïntroduceerd?

European Congress of Chemical Engineering,

Nice, 1 Oktober 2015.

Wie heeft meer info?

Dr.ir. Riaan Schmuhl, Process Intensification Manager AkzoNobel:

riaan.schmuhl@akzonobel.com

Ir. Henk Akse, CEO Traxxys: henk.akse@traxxys.com

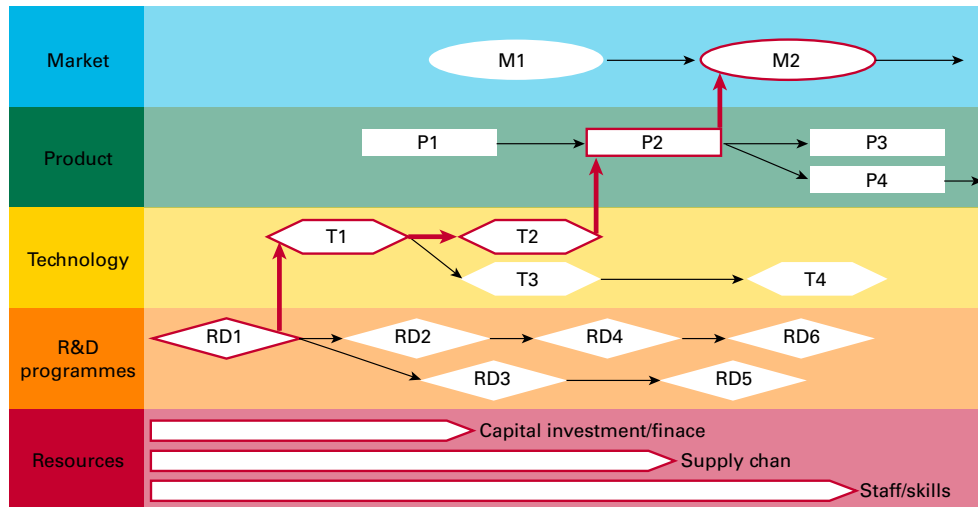
<http://www.duurzaamgeproduceerd.nl/duurzaam-geproduceerd-magazine>

Werking van de methode toegelicht aan de hand van een simpel voorbeeld: ontzouting van zeewater.

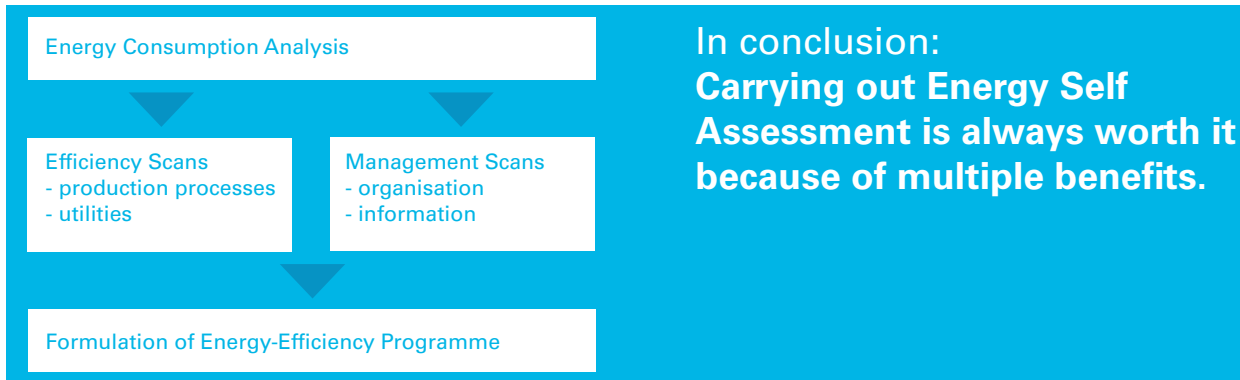
Gestructureerd uitvoeren van een product & technology roadmap

Roadmappen is een gestructureerde wijze van multi-disciplinaire toekomstverkenning resulterend in een gecommiteerde, gevulde R&D pijplijn:

- Roadmappen is ver vooruit kijken en in stappen terug (back-casting);
- Roadmappen is een mix van Market pull & Technology push;
- Roadmappen is een multi-disciplinaire wijze van werken;
- Roadmappen laat transparantie beslissingen toe;
- Een product and technology roadmap combineert voorwaartse en achterwaartse innovaties;
- Roadmappen verbindt markt met product, technologie, R&D bouwblokken en competenties.



Energy Self assessments



Findings: The benefits of energy self assessments

Substantial time is spent by company staff on these assessments. Including preparation: 24-200 hours. Nevertheless, all company coordinators would do it again in view of the results. Important benefits are:

- ⌘ Increased awareness of the use and the cost of energy;
- ⌘ Appreciated structured, thorough method for idea generation;
- ⌘ Generated overview and prioritization provide a fundament for follow-up;
- ⌘ Emerged new technical opportunities and cost savings;
- ⌘ Easy to implement advice on organizational improvements;
- ⌘ Impact on energy saving monitoring and supervision, budget and investment behaviour;
- ⌘ Providing data for comparison with peers.

For more information on CARE+ and OEE energy self assessments, please contact:
RVO.nl
Erik ter Avest
Erik.terAvest@rvo.nl
Phone: + 31 (0)88 602 24 75

De Care+ methode



- Dit is een door Cefic uitgerolde Europese self-assessment aanpak die met name bedoeld is voor de wat kleinere chemische bedrijven.
- In een 11 stappen aanpak wordt het bedrijf door de verschillende aspecten van energiegebruik op de site geleid en wordt door middel van een ondersteunende Excel sheet de data vergaard. Hierbij kijkt men zowel energetische als financieel.
- Ervaring leert dat het erg belangrijk is om de scoping van dit tool van te voren goed vast te stellen.



Energy Consumption Data						
Energy Consuming Technology	Delivered Energy Consumption		Consumption		Energy Costs	
	MWh	MWh	% of Total	€	% of Total	
Steam CHP and Boilers	104 076,12	104 076,12	61,13%	€ 2 351 093	91,54%	
Hot Water CHP and Boilers	241,48	241,48	0,21%	€ 5 458	0,21%	
Air Compressors	290,63	645,85	0,56%	€ 13 829	0,54%	
Motors and Drives	1 636,11	3 635,83	3,17%	€ 77 852	3,01%	
Refrigeration	573,79	1274,95	1,11%	€ 27 899	1,08%	
Heating Ventilation and Air Conditioning	336,55	1399,00	1,22%	€ 19 808	0,78%	
Other Thermal Equipment	0,00	0,00	0,00%	€ -	0,00%	
Lighting	151,41	326,46	0,29%	€ 7 204	0,28%	
Other Electrical Equipment	990,09	2200,00	1,92%	€ 47 168	1,82%	
Total	109 356,00	114 869,61	100,00%	€ 2 583 633	100,00%	

Interne CO₂-prijs, waartegen je investeringsbeslissingen neemt en research afzet

Steeds meer bedrijven over de hele wereld gebruiken een interne CO₂-prijs in hun business planning en risicomanagement strategieën. Op dit moment zijn er wereldwijd 150 bedrijven die gebruikmaken van een CO₂-prijsstelling als instrument om investeringen af te wegen die de uitstoot van broeikasgassen bevorderen.

De meeste bedrijven rekenen op een bepaalde vorm van regelgeving in de toekomst om klimaatverandering tegen te gaan. Voor bedrijven is het hanteren van een CO₂-prijs een interessante manier om omzet kansen te identificeren en risico's in kaart te brengen.

Daarnaast drijft het een bedrijf om door maximale energie efficiëntiekosten te verminderen. Het gebruik van een prijsstelling voor CO₂-emissie suggereert dat bedrijven, ondanks het ontbreken van mondiale wetgeving, het nuttig, realistisch en verstandig vinden om hiermee te rekenen. Prijzen die worden gehanteerd door bedrijven variëren van US \$ 6-60 per MT1 CO₂e.

<https://www.cdp.net/CDPResults/global-price-on-carbon-report-2014.pdf>

Smart Energy Program: nieuw business- en financieringsmodel voor energiebesparende maatregelen

Beschrijving

In het Smart Energy Program analyseren experts de potentiële besparingen en definiëren de beste route om die te bereiken. Energiebesparing wordt gegarandeerd, gerealiseerd en gefinancierd in 1 coherente aanpak middels een nieuw businessmodel waarin klant en toeleverancier gezamenlijk hetzelfde doel nastreven: zoveel mogelijk besparing realiseren in de fabriek.

Duurzaamheidsopbrengsten

- ⌘ Minder (maar ook relatief minder): materiaal, energie, CO₂ reductie.
- ⌘ Minder energieverbruik en dus lagere CO₂ footprint.

Business opbrengsten

- ⌘ Minder afval, meer output, betere specs, veiliger.
- ⌘ Minder energie-kosten. Gegarandeerd lagere energiekosten en CO₂ emissies, dus geen onzekerheid voor de klant. Ontzorgen van de hele ontwikkeling, uitvoering en financiering. No cure no pay approach.

Meer informatie

<http://www.tebodin.bilfiner.com/nweurope/services/energy-audit/>

http://www.tebodin.bilfiner.com/fileadmin/tebodin/Area_orth_west_Europe/Project_sheet_Guaranteed_energy_savings_version_EN_new_3.pdf

<http://www.napnetwerk.nl/sustainable-solution-esco-financin>

Take Back Chemicals

TaBaChem is een dienstverlenend zakenmodel dat de efficiëntie van de gebruikte werkzame producten en processen verhoogd, productbesparend en afvalvermijdend werkt, en een competitief voordeel biedt. Bij TaBaChem stelt een leverancier van chemicaliën een chemieproduct voor een welbepaalde toepassing ter beschikking en garandeert een resultaat volgens de specifieke eisen van de klant. De leverancier wordt betaald voor de geleverde dienst en niet langer voor de hoeveelheid verbruikte stof. Functionele eenheden zijn dan ook de basis van de betalingsovereenkomst. De leverancier wordt op die wijze gestimuleerd om de werking van de stof te optimaliseren en er zo zuinig mogelijk mee om te springen. Bij het concept TaBaChem worden de economische belangen van enerzijds de leverancier en anderzijds de gebruiker gelijkgericht. Dat samengaan van belangen is een belangrijk verschil ten opzichte van traditionele business modellen.

De aandacht voor de milieueffecten van het gebruikte chemische product neemt een belangrijke plaats in bij TaBaChem. Het streefdoel is een zero emissie industrie: geen emissie, hergebruik van reststromen en optimaal gebruik van grondstoffen.

De producent-leverancier van chemicaliën zal een bepaalde dienst bij de gebruiker realiseren en tevens verantwoordelijk worden voor de nevenstromen die ontstaan bij het gebruik van de chemicaliën. Daarmee wordt er enerzijds ingespeeld op het verder optimaliseren van bepaalde activiteiten maar eveneens op het slim verwerken van de gecreëerde afvalstromen.

Werken in collectieve PPS programma's

De chemie is een topsector die is voorzien van een TKI (Top consortia voor Kennis en Innovatie). Binnen de Topsector Chemie bestaan 4 Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI). De TKI's spelen een belangrijke rol bij het opstellen en uitvoeren van de innovatieagenda's van de Topsector Chemie.

- ⌘ TKI Institute for Sustainable Process technology
- ⌘ TKI Smart Polymeric Materials
- ⌘ TKI Nieuwe Chemische Innovaties
- ⌘ TKI Biobased Economy

Deelname aan dit soort programma's levert voordelen op zoals:

- ⌘ Bijdrage in de kosten
- ⌘ Meer opbrengsten dan het alleen werken
- ⌘ Meer peer pressure dus meer voortgang

- ⌘ Vaak speciale extra regelingen voor kleinere bedrijven

- ⌘ De kunst van het werken in allianties en consortia is cruciaal anno 2015 en hoeft geen belemmering te zijn voor het werken aan technologie met een wat lagere TRL.



Bijlage

Definities

Duurzaamheidsopbrengsten

- ⌘ CO₂ reductie
- ⌘ Energiereductie
- ⌘ Materiaalreductie
- ⌘ Biobased feedstock
- ⌘ Renewable energie

Businessopbrengsten

- ⌘ Kostenreductie
- ⌘ Minder uitval
- ⌘ Hogere beschikbaarheid
- ⌘ Meer yield
- ⌘ Beter specs

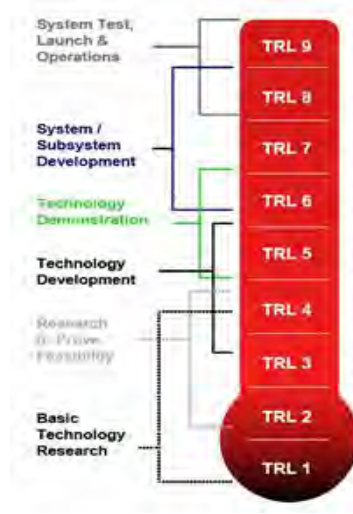
Definitie

- ⌘ Vermindering van de koolstofdioxide (equivalenten) uitstoot ten opzichte van oorspronkelijke technologie/methodiek.
- ⌘ Vermindering van de benodigde energie voor een vergelijkbaar resultaat ten opzichte van oorspronkelijke technologie.
- ⌘ Vermindering van de benodigde chemicaliën/grondstoffen.
- ⌘ Het deels of geheel gebruik van een biobased grondstof of de vergroting van het aandeel hiervan.
- ⌘ Het volledig of significant meer gebruik van hernieuwbare energie (14 soorten RVO definitie)

- ⌘ Een kostenreductie ten opzichte van het oorspronkelijke proces.
- ⌘ Gemiddeld minder afkeurproductie/producten.
- ⌘ Hogere gemiddelde beschikbaarheid installatie.
- ⌘ Meer opbrengst van het eindproduct per tijdseenheid.
- ⌘ Een verbetering van de eindproductspecificaties, kan ook een verbetering van commercieel voordeel met zich mee brengen (duurzaam imago).

Technology Readiness Levels (TRL)

De mate van rijpheid van een technologie wordt vaak uitgedrukt in TRL. Hoe hoger de TRL, hoe meer uitontwikkeld de technologie is. In dit inspiratiedocument is per mogelijkheid een inschatting gemaakt van de huidige technologie status. De TRL systematiek komt uit de wereld van de high tech systems en is in de routekaart 2030 vertaald naar een schaal die past bij de chemiesector.



9. Full scale plant
8. Building
7. Engineering, Procurement en Contracting (A estimate)
6. Basic design (B estimate)
5. Conceptual design (C-estimate)
4. Pilot plant (and pre marketing in case of new product)
3. Safeguard IPR (Patent)
2. Research process or applications on laboratory scale
1. New findings based on fundamen al new research

Keten efficiency rekenregels

Ook besparen in de keten kan opgenomen worden in de EEP plannen!

Het meten en berekenen van het netto energie-effect van een ketenmaatregel is minder eenvoudig dan van een procesmaatregel. Het gaat immers om diverse indirecte energie-effecten in een keten.

Daarom zijn er speciale rekenregels/methodieken beschikbaar om toch dit soort maatregelen in de EEP plannen op te nemen. Het zorgt er ook voor dat bewustzijn van andere afdelingen gestimuleerd wordt om aan EEP plannen te werken. Vaak gaan dus Planet & Profit hand- in- hand en worden dit soort maatregelen onbewust vergeten. Dat hoeft dus niet!

De rekenregels zijn te vinden onder:

<http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/meerjarenafspraken-energie-efficiency/tools/rekentools-keteneffecten>

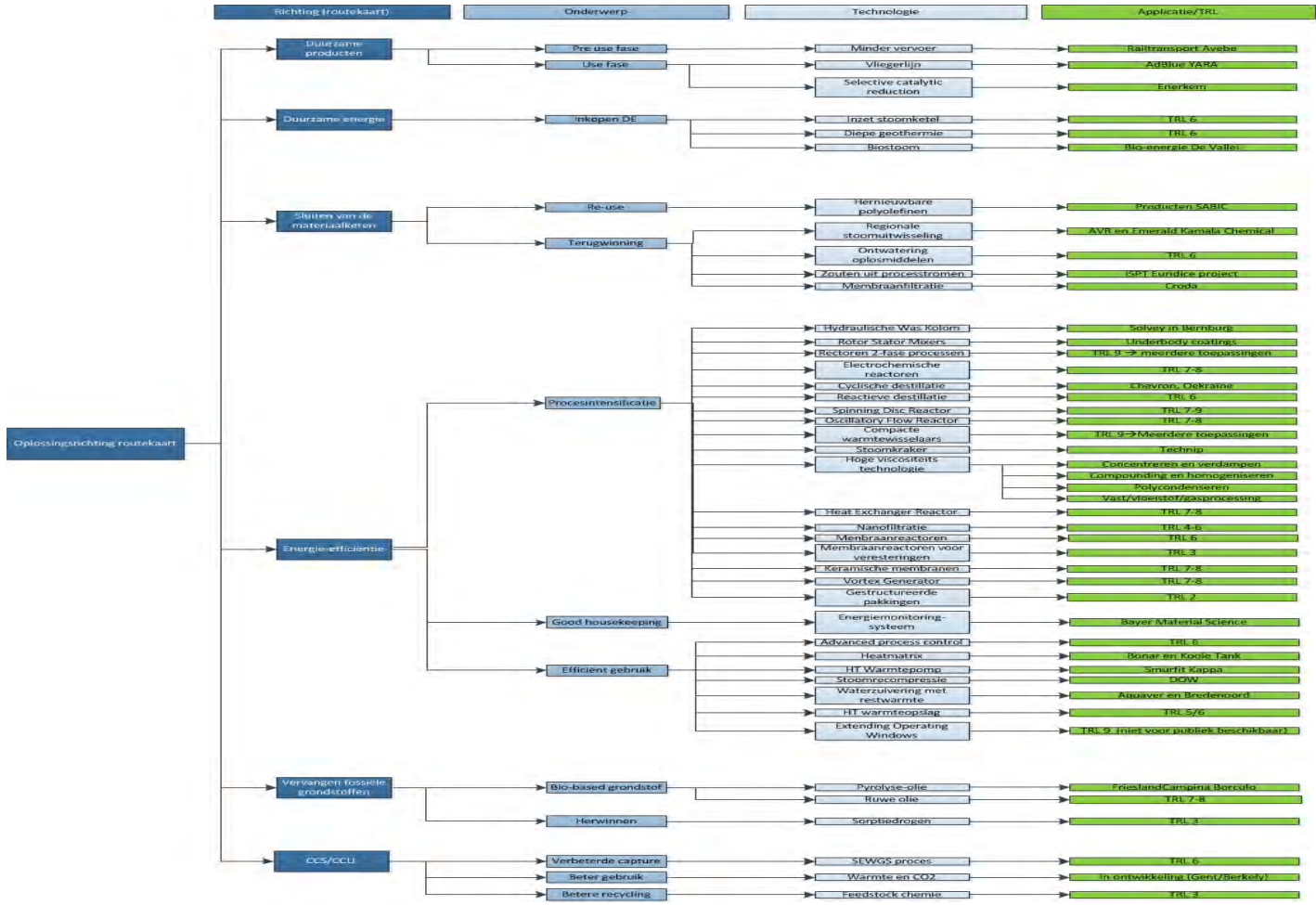
In het volgende overzicht vindt u een bloemlezing van de verschillende mogelijkheden.

Categorie	Sub-categorie	Nr	Naam	Omschrijving
KE	Materiaalbesparing	1	<u>Hulp- of grondstofbesparing</u>	Het reduceren van het gebruik van hulp- of grondstoffen betekent vaak een grote energiebesparing. De besparing kan het gevolg zijn van bijvoorbeeld een efficiëntieverbetering in het productieproces of door het intern hergebruiken van materiaal. Voor deze maatregel is een berekening beschikbaar. Indien u de energiebesparing voor uw situatie wil uitrekenen, klik dan op de naam van deze maatregel.
KE	Materiaalbesparing	2	<u>Product met hogere dichtheid</u>	Door de functies van het product te verbeteren kan het een hogere dichtheid krijgen. Door die verbetering van de efficiëntie, is minder materiaal nodig voor dezelfde functie. Denk hierbij aan een betere isolatie, sterker product etc. Voor deze maatregel is een berekening beschikbaar. Indien u de energiebesparing voor uw situatie wil uitrekenen, klik dan op de naam van deze maatregel.
KE	Materiaalbesparing	3	Minder spoeloplossmiddelen gebruiken	Naast grond- en hulpstoffen is het ook belangrijk om te letten op het verbruik van spoelmidellen in het productieproces.
KE	Materiaalbesparing	4	Terugdringen productieafval	Door bijvoorbeeld optimalisatie van het productieproces of het intern hergebruiken van materiaal, kan het productie-afval worden terugggebracht. Hierdoor hoeven minder grondstoffen te worden ingekocht en dat zorgt voor een energiebesparing in de keten.
KE	Materiaalbesparing	5	Alternatieve hulp- of grondstoffen gebruiken	In sommige gevallen is het mogelijk om een alternatieve hulp- of grondstof te kiezen, die een lagere energie-inhoud heeft. Dit betekent dat de calorische waarde en/of de energie die nodig is voor onttrekking en productie van de grondstof lager zijn geworden. Dit levert een energiebesparing in de keten op.
KE	Materiaalbesparing	6	Biobased grondstoffen gebruiken	De sector heeft als doelstelling om in 2030 een aandeel biobased chemicaliën verhoogd te hebben naar 25%. Denk hierbij aan grondstoffen die niet op basis van fossiele grondstoffen worden gemaakt, zoals lignine, zetmeel of glucose. Deze grondstoffen hebben over het algemeen een lagere energie-inhoud dan fossiele grondstoffen.

Categorie	Sub-categorie	Nr	Naam	Omschrijving
KE	Optimalisatie productafdeling en -herverwerking	7	Terugname systeem voor hergebruiken van eindproducten	Het 'sluiten van de kringloop', dus steeds opnieuw gebruiken van materialen wordt steeds belangrijker voor bedrijven. Door schaarste van materialen is zowel uit het oogpunt van duurzaamheid als uit financieel perspectief het opnieuw gebruiken van eindproducten een interessante kans. Door (samen met ketenpartners) een terugnamesysteem voor (eind)producten op te zetten, kan hieraan invulling gegeven worden.
KE	Optimalisatie productafdeling en -herverwerking	8	Biomateriaal inzetten als secundaire brandstof	Wanneer uw bedrijf in het productieproces biomateriaal uit bijvoorbeeld slibafval of afvalkool overhoudt, kan dit worden ingezet als secundaire brandstof. Zowel bij het gebruik hiervan op het eigen terrein of de doorverkoop aan anderen kan dit als energiebesparing in de keten worden opgevoerd.
KE	Optimalisatie productafdeling en -herverwerking	9	Recycling van productieafval	In Nederland wordt steeds meer (productie)-afval nuttig ingezet in plaats van gestort. Door productieafval binnen het eigen bedrijf her te gebruiken, of anders extern te (laten) recyclen, bespaart u grondstoffen.
KE	Optimalisatie productafdeling en -herverwerking	10	Additieven produceren die recycling bevorderen	Door producten te produceren die een materiaal beter of gemakkelijker herbruikbaar te maken, helpt uw bedrijf mee de materiaalkringloop te sluiten en zo materiaal, en dus energie, te besparen in de keten.
KE	Optimalisatie distributie	11	Product dicht er bij afnemers produceren	Op brandstoffen voor transport kan bespaard worden door dicht er bij de afnemers te produceren. Een voorbeeld hiervan is het opzetten van service centres, van waaruit de juiste hoeveelheden naar afnemers getransporteerd worden. Bij een wereldwijde afzetmarkt kan het strategisch plaatsen van productielocaties op transport besparen.
KE	Optimalisatie distributie	12	Grondstoffen in bulk laten aanleveren	In sommige gevallen, bijvoorbeeld bij het vergroten van de opslagcapaciteit, kan bij het aanleveren van grond- en hulpstoffen overgestapt worden op grotere hoeveelheden in bulk. Hierdoor hoeft er minder transport richting uw bedrijf plaats te vinden.
KE	Optimalisatie distributie	13	Betere ontsluiting eigen terrein	Naast de externe logistiek, kan ook het transport op en de ontsluiting van het eigen terrein onder de loep genomen worden. Een betere ontsluiting van het terrein door bijvoorbeeld het maken van een extra afrit kan een omweg besparen.

Categorie	Sub-categorie	Nr	Naam	Omschrijving
KE	Optimalisatie distributie	12	Grondstoffen in bulk laten aanleveren	In sommige gevallen, bijvoorbeeld bij het vergroten van de opslagcapaciteit, kan bij het aanleveren van grond- en hulpstoffen overgestapt worden op grotere hoeveelheden in bulk. Hierdoor hoeft er minder transport richting uw bedrijf plaats te vinden.
KE	Optimalisatie distributie	13	Betere ontsluiting eigen terrein	Naast de externe logistiek, kan ook het transport op en de ontsluiting van het eigen terrein onder de loep genomen worden. Een betere ontsluiting van het terrein door bijvoorbeeld het maken van een extra afrit kan een omweg besparen.
KE	Optimalisatie distributie	15	Grondstoffen in hogere concentratie laten leveren	Indien het mogelijk is om grond- of hulpstoffen in een hogere concentratie te laten aanleveren, leidt dit tot een transportbesparing in de keten.
KE	Optimalisatie distributie	16	<u>Ander transportmiddel</u>	Vervoer per trein of schip is energiezuiniger dan vervoer per vrachtwagen. Wanneer er een verschuiving is naar een energie efficiënter transportmiddel ('modal shift') levert dat dus een energiebesparing in de distributiefase op. Voor deze maatregel is een berekening beschikbaar. Indien u de energiebesparing voor uw situatie wil uitrekenen, klik dan op de naam van deze maatregel.
KE	Optimalisatie distributie	17	<u>Transportbesparing door verbetering van de beladingsgraad</u>	Het verbeteren van de beladingsgraad van een transportmiddel kan bijvoorbeeld gerealiseerd zijn door het verhogen van de vullingsgraad van de containers of vaten. Voor deze maatregel is een berekening beschikbaar. Indien u de energiebesparing voor uw situatie wil uitrekenen, klik dan op de naam van deze maatregel.
KE	Samenwerking op locatie	18	Centrale installatie op bedrijventerrein	Wanneer het efficiënter is om te kiezen voor een centrale installatie voor meerdere bedrijven op een bedrijventerrein, dan voor aparte installaties, levert dit ook een energiebesparing op. Deze energiebesparing op het genereren van bijvoorbeeld perslucht, stikstof of stoom kan als ketenmaatregel worden opgevoerd.
KE	Samenwerking op locatie	19	Levering of gebruik van restwarmte of stoom	Wanneer uw bedrijf restwarmte inzet van, of levert aan een bedrijf in de buurt, kunt u de energiebesparing doordat er minder warmte geproduceerd hoeft te worden opvoeren als ketenmaatregel. Wanneer bij de levering aan of het gebruik van stoom van een ander bedrijf een efficiëntieslag wordt behaald ten opzicht van twee stoomketels, levert dit ook een energiebesparing.
KE	Vermindering energieverbruik tijdens productgebruik	20	Productie van harsen die op lagere temperatuur drogen of uitharden	Als u uw harsproduct zo optimaliseert dat uw afnemers minder energie nodig hebben voor het drogen, uitharden of anderszins verwerken van de harsen, levert dit een energiebesparing in de keten op.
KE	Optimalisatie levensduur	21	<u>Besparing op verpakking</u>	U kunt op de totale hoeveelheid verpakkingen besparen op twee manieren. U kunt de inkoop terugdringen door de verpakkingen (vaker) opnieuw te gebruiken, of u kunt - indien mogelijk- de vullingsgraad verhogen, waardoor u minder verpakkingen nodig heeft. Voor deze maatregel is een berekening beschikbaar. Indien u de energiebesparing voor uw situatie wil uitrekenen, klik dan op de naam van deze maatregel.
KE	Optimalisatie levensduur	22	Productie van additieven die levensduur eindproduct verlengen	Bepaalde additieven kunnen een materiaal verbeteren en zo bijvoorbeeld de levensduur van het product verlengen. Door een langere levensduur hoeven er uiteindelijk minder producten voor dezelfde functie gemaakt te worden. In de keten levert dit dus een energiebesparing op.

Totale oplossingenboom



Dit inspiratiedocument is mede mogelijk gemaakt door:



	Contactpersoon	Te bereiken via
ECN	Sigrid Bollwerk	bollwerk@ecn.nl
Ecofys	Michiel Stork	M.Stork@ecofys.com
TNO	Martijn de Graaff	martijn.degraaff@tno.nl
Traxxys	Henk Akse	henk.akse@traxxys.com
Synchem Plus	Hans Spaans	jspaans@worldonline.nl
ISPT	Melle Nieuwhof	melle.nieuwhof@ispt.eu

Neem gerust contact op met deze organisaties. Zij hebben voorbeelden aangedragen en dat is zichtbaar door weergave van hun logo. Berenschot, VNCI en RVO bedanken alle organisaties voor hun proactieve bijdrage!

Joost Krebbekx

j.krebbekx@berenschot.nl

Niki Lintmeijer

n.lintmeijer@berenschot.nl

Peter Graafland

p.graafland@berenschot.nl

Berenschot Groep B.V.
Europalaan 40, 3526 KS Utrecht
Postbus 8039, 3503 RA Utrecht
T 030 2 916 916
E contact@berenschot.nl
www.berenschot.nl

Berenschot is een onafhankelijk organisatieadviesbureau met 350 medewerkers wereldwijd. Al 75 jaar lang verrassen wij onze opdrachtgevers in de publieke en private sector met slimme en nieuwe inzichten. We verwerven ze en maken ze toepasbaar. Dit door innovatie te koppelen aan creativiteit. Steeds opnieuw. Klanten kiezen voor Berenschot omdat onze adviezen hen op een voorsprong zetten.