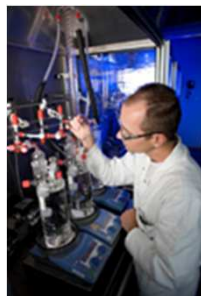




# R&D plan ECN EBI 2015

Van onderzoek naar innovatie



**ISPT**

Institute for Sustainable  
Process Technology



## ECN's onderzoek en ontwikkeling binnen de topsector Energie

### Externe ontwikkelingen

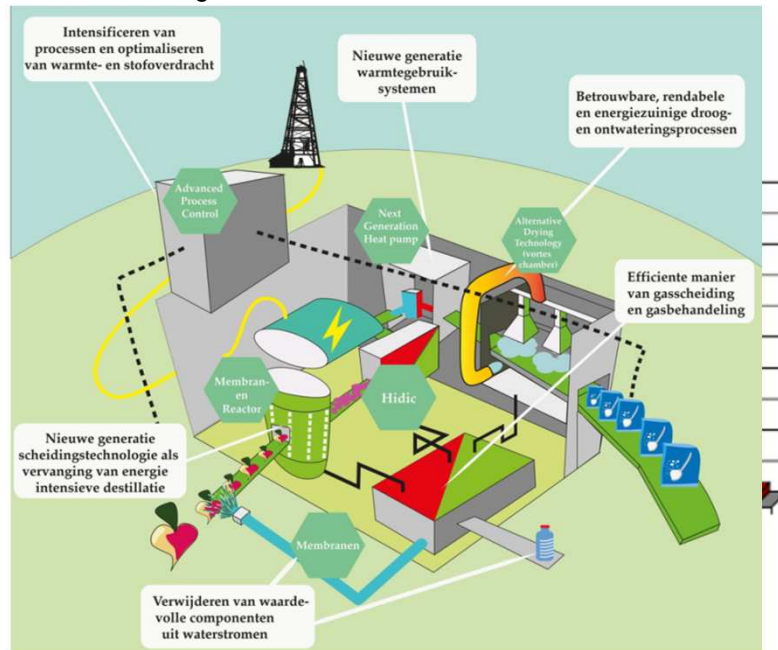
- Energie Efficiency en energiebesparing worden nationaal en internationaal inmiddels erkend als 'forgotten resource' en 'hidden fuel', die een belangrijke bijdrage moeten leveren aan de transitie naar een duurzaam energie systeem. Dit belang wordt onderschreven door het Top Team Energie (TTE). Energiebesparing vormt een sterke pijler onder Energie akkoord.
- De innovatiepotentie en marktverwachtingen zijn hoog. HSBC en Ecofys schatten de omvang van wereldmarkt op 365 miljard Euro. Er liggen grote kansen voor de Nederlandse toeleverende industrie.
- Stijgende energiekosten, zorgen over energiezekerheid en beschikbaarheid van grondstoffen vormen belangrijke drivers voor de ontwikkeling van duurzame processen voor de industrie. Zowel proces- als ketenefficiency en industriële symbiose worden gezien als belangrijke aanpakken voor verduurzaming van bedrijfsactiviteiten. Deze thema's hebben nu hun plaats gevonden in het EU HORIZON 2020 programma met name in de SPIRE calls, gebaseerd op door de Europese processing industrieën gemaakte roadmaps. Deze sluiten goed aan bij de thema's van de TKI ISPT.
- Bij de industrie is veel belangstelling naar de mogelijkheden om in te spelen op het intermitterende duurzame elektriciteitsaanbod door middel van flexibele productie en optimalisatie van de industriële warmtehuishouding. Er is een duidelijke relatie met EE innovatie. Dit past uitstekend in het thema Systeemintegratie dat door het TopTeam Energie is toegevoegd aan zijn programma.

### Highlights ECN EBI onderzoek en ontwikkeling 2014

- Door Bronswerk Heat Technologies, IBK, SmurfitKappa en ECN is binnen ISPT een nieuw type compressiewarmtepomp ontwikkeld dat toegepast kan worden bij temperaturen tot 130 °C. De warmtepomp vergroot de mogelijkheden tot hergebruik van restwarmte in de industrie en kan leiden tot energie efficiency verbetering van meer dan 10%. Het potentieel in Nederland wordt geschat op 1,6 PJ per jaar. Inmiddels is een 200 kW prototype geïnstalleerd op locatie van de papierfabriek van SmurfitKappa in Roermond. In de eerste helft van 2014 zijn de eerste prestatiemetingen uitgevoerd. Plannen voor opschaling en demonstratie op 2,5 MW schaal in 2016 worden nu uitgewerkt.
- Veresteringsprocessen kunnen sterk verbeterd worden door toepassing van membranen voor evenwichtsverschuiving. Productiviteitsverbetering van 30%, 40% lagere OPEX en 25% lagere CAPEX zijn mogelijk. Helaas waren tot op heden geen geschikte membranen beschikbaar. Doorontwikkeling van het ECN HybSi membraan heeft geleid tot een zuurbestendige variant (HybSi-AR), die inmiddels al meer dan een jaar stabiel in het sterk zure veresteringsmilieu. Bovendien is aangetoond dat door evenwichtsverschuiving de conversie afhankelijk van de toepassing tot 100% kan oplopen. Met onze partners, waaronder Pervatech, onze licentienemer, zijn wij nu bezig de opschaling en marktintroductie voor te bereiden.
- Het onderzoek naar energie efficiënte gasbehandelingsprocessen (aardgas, biogas) voor de verwijdering van zure componenten als CO<sub>2</sub> met polyamine geïmpregneerde poreuze deeltjes voor CO levert een positieve business case op en leidt tot een aanzienlijke energiebesparing.

## Het ECN EBI programma binnen de TKI ISPT

- Het ECN EBI programma sluit volledig aan bij het EBI Actieplan van de TKI ISPT.
- Doelstellingen van de TKI op het gebied van EBI zijn verhoging van het energiebesparingstempo in Nederland van 1 naar 2%, cumulatief 20 % in 2020, en versterking van de werkgelegenheid in het veld van schone, groene energiebesparingstechnologie met 11.000 nieuwe banen in 2020. De R&D programmalijnen worden geïllustreerd in onderstaande figuur.



- Het ECN-EBI R& D programma is gericht op de energie-intensieve processing industrie en toeleverende bedrijven.
- Het programma heeft als doel de ontwikkeling van kennis en technologie voor kosteneffectieve energie-efficiënte componenten, systemen en processen en omvat bureaustudies (scans, conceptstudies, energie systeem studies, technisch/economische evaluaties), ondersteuning van industriële technologieontwikkeling, eigen technologieontwikkeling en ondersteuning van implementatie.
- Het ECN EBI R&D programma bestaat uit drie clusters met elk een aantal R&D lijnen die bijdragen aan de TKI programmalijnen zoals aangegeven op de volgende sheets.
  - Industriële warmtehuishouding
    - Thermo-chemische, thermo-akoestische, compressie en hybride warmtepompen voor industriële toepassing.
    - Industriële warmte opslagsystemen op basis van fase transformatiematerialen.
    - Procesgeïntegreerde warmtepompen.
  - Liquids Processing & Conversion
    - Sorbent, membraan, systeem en toepassingsontwikkeling.
    - Separation enhanced reactoren voor o.m. verestering.
    - Hybride scheidingssystemen.
  - Gas Processing & conversion
    - Sorbent, membraan, systeem en toepassingsontwikkeling.
    - Separation enhanced reactoren voor stoomreforming, CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>S verwijdering en andere toepassingen.

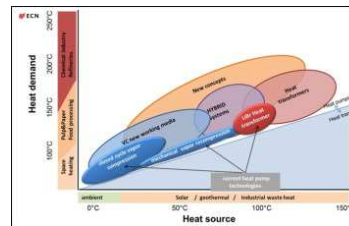
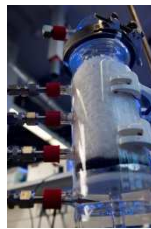
## Programmalijs Nieuwe generatie warmtegebruiksystemen

### Belangrijkste doelen programmalijn TKI

- Reductie van (fossiel) energieverbruik voor de productie en het gebruik van industriële warmte, reductie van de energiekosten, creëren van nieuwe marktmogelijkheden voor fabrikanten van apparatuur en verbeteren van de energie efficiëntie van industriële processen.

### ECN bijdrage aan TKI programmalijn

- Ontwikkeling van een technologie portfolio aan efficiënte, kosteneffectieve warmtepompconcepten voor het voor het opwaarderen van industriële restwarmte (50 - 150°C) naar proceswarmte (100 - 250°C) in (petro)chemie, raffinage, voedingsmiddelen- en papierindustrie.
- Ontwikkeling technologieën voor efficiënte, kosteneffectieve warmteopslag onder industriële condities bij hoge temperaturen (> 80°C) op basis van faseovergang of thermochemische materialen
- Systemstudies & technologie scouting
- Overall doel is de verdere ontwikkeling en ondersteuning marktintroductie (TRL 3 => TRL 7) van industriële warmtepomp- en warmteopslagconcepten.



### R&D doelen 2015

- Conceptueel en detailontwerp van een full-scale compressiewarmtepomp systeem voor een papierfabriek.
- Demonstreren van een COP >2,5 voor een thermo-akoestische (TA) warmtepomp voor het opwaarderen naar proceswarmte van 140°C onder industriële condities middels een veldtest.
- Experimenteel vaststellen van de bruikbaarheid van faseovergangsmaterialen voor industriële warmteopslag (80 - 250°C).

### Belangrijkste projecten

- TKI-ISPT: Ontwikkeling full-scale industriële compressiewarmtepomp toepassing bij een papierfabriek.
- TKI-ISPT: Technische haalbaarheid aantonen van elektrische bench-scale TA-warmtepomp onder industriële condities + voorbereiding pilot scale.
- TKI-ISPT: Technische en economische haalbaarheid vaststellen van restwarmte gedreven TA-systemen.
- Partners: Bronswerk Heat Transfer, IBK, SmurfitKappa, AkzoNobel, Dow, Frames.

### Programmalijs Energiezuinige droog- en ontwateringsprocessen

#### Belangrijkste doelen programmalijn TKI

- Ontwikkeling van energie efficiënte concepten voor droog en ontwateringsprocessen zowel voor installed base als nieuwe toepassingen.

#### ECN bijdrage programmalijn

- Ondersteuning van de ontwikkeling van de energie efficiënte vortex technologie ter vervanging van conventionele sproeidrogers. In de voedingsmiddelenindustrie.
- Ontwikkeling van een sorptiedroger geïntegreerd in droogprocessen ter vervanging van convectieve droogprocessen. Beoogde toepassingssectoren zijn voedingsmiddelen- en chemische industrie.
- Overall doel is verdere ontwikkeling en ondersteuning marktintroductie (TRL 3 => TRL 7) van innovatieve industriële droogconcepten



#### R&D doelen 2015

- Opstellen van richtlijnen voor een energie efficiënt ontwerp van een vortex kamer teneinde een energiebesparing van 50% te realiseren ten opzichte van een conventionele sproeidroger.
- Proof-of-principle aantonen van de omzetting van vochtige, koude lucht in droge, hete lucht middels een vloeistofsorptieproces waarbij de geproduceerde lucht aan de processpecificaties voldoet.

#### Belangrijkste projecten

- TKI-ISPT: Ontwikkeling vortex kamer technologie
- TKI-ISPT: Ontwikkeling vloeistofsorptie droogproces
- Partners: FrieslandCampina, Corbion, BODEC, Unilever, WUR, UCL



### Programmaliijn Effectieve gasscheiding en gasbehandeling

#### Belangrijkste doelen programmalijn TKI

- 30% vermindering van de energiebehoefte van specifieke gas-scheidingen
- 40% reductie van de uitstoot van gassen met een calorische waarde

#### Onderwerpen

- Methaan platform: verwijdering van verontreinigingen en terugwinning van waardevolle bestanddelen uit bio-, stort- en aardgas.
- H<sub>2</sub> productie en syngas conditionering: productie van 'groene' H<sub>2</sub> met een hoge zuiverheid en een lage CO<sub>2</sub>-belasting.
- Waarde creatie uit uitgestoten gassen: terugwinning van componenten met een hoge waarde uit afvalgassen

#### ECN bijdrage programmalijn

- Doel  
Eén energy efficiënte en economisch haalbare technologie ontwikkeld en gelicentieerd in 2016.
- Ontwikkeling van vaste sorbentia voor de verwijdering van CO<sub>2</sub> en zwavel-componenten uit biogas en aardgas.
- Ontwikkeling membraan technologie voor gedecentraliseerde waterstofproductie
- Systemstudies naar optimale gasscheidingsprocessen

#### R&D doelen 2015

- Bepaling van gedrag van het herhaaldelijk laden en ontladen (>500 cycli) van vaste amines onder industrieel relevante voorwaarden, van belading en regeneratie
- Ontwerp van een kosteneffectieve membraanproductie faciliteit met een jaarlijkse capaciteit van enkele honderden vierkante meters
- Technologieverkenningen naar terugwinning van waardevolle componenten uit industriële gassen

#### Belangrijkste projecten

- TKI ISPT: Methaan platform
  - Ontwikkeling van een energie-efficiënte technologie, op basis van met een polyamine geïmpregneerd poreuze deeltjes, voor de zuivering van methaan afkomstig uit biogas of aardgas.
  - Bepaling van en benchmarking tegen concurrerende technologieën.
- Adem ERASE: verwijdering van H<sub>2</sub>S uit het gas komend van een Claus reactor
- Partners: Shell, Frames, Procede, TU/e



Een met een polyamine geïmpregneerd poreus deeltje



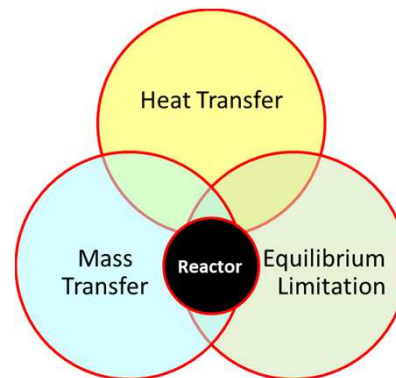
### Programmaliijn Procesintensificatie gasfase

#### Belangrijkste doelen programmalijn TKI

- Verhoging van energie-efficiëntie van geselecteerde gas fase reacties met 30%.
- Toename van de opbrengst en effectiviteit van geselecteerde processen met 10 procentpunt.
- Verhoging van de materiaal efficiency met 10 procentpunt.

#### ECN bijdrage programmalijn

- Doel  
Twee technologieën gedemonstreerd op pilot schaal in een industriële omgeving en beschikbaar voor licentiering in 2017.
- Ontwikkeling van membraanreactortechnologie voor de productie van zuivere waterstof.
- Ontwikkeling van sorptiereactortechnologie voor verminderde CO<sub>2</sub> uitstoot in staal, chemie en raffinage industrie.
- Ontwikkeling van processen voor gecontroleerde oxidatie in de chemische proces- en staalindustrie middels chemical looping.



#### R&D doelen 2015

- Duizend uur pilot test van membraanreactor voor de productie van 5 Nm<sup>3</sup>/hr H<sub>2</sub>.
- Ontwikkeling van hoge temperatuur sorbent voor toepassing onder fluidized bed condities.
- Opwaardeerpotentieel van hoogovengassen bepaald.

#### Belangrijkste projecten

- TKI Gas STEP-UP: ontwikkeling van hydrotalcieten voor de waardevermeerdering van hoogoven gassen.  
EU-FP7 CARENA: Ontwikkeling van membraanreactoren voor de fabricage van verschillende chemicaliën.  
EU-FP7 ASCENT: Nieuwe sorptiematerialen voor hoge temperatuur chemical looping in fluidized bed reactor.
- Partners: Ondermeer Array Industries, AkzoNobel, Kisuma, PDC, Tata TU/e (Eindhoven).

### Programmaliijn Procesintensificatie vloeistoffase

#### Belangrijkste doelen programmalijn TKI

- Het aantonen van de industriële haalbaarheid van procesgeïntensiveerde technologieën, het demonstreren van de technologie op TRL 4-5 en het aantonen van de potentiële energiebesparing.

#### ECN bijdrage programmalijn

- Doel  
Onderzoek, ontwikkeling en demonstratie van innovatieve breakthrough conversieprocessen (G/L, L/L) met 40-60% energiereductie door een nieuwe technologie te brengen tot pilotfase in 2017 (TRL 5).
- Innovatieve technologieën voor het verschuiven van evenwichtsgelimiteerde reacties
  - Membraanreactoren voor veresteringen en acetalisering
- Innovatieve technologieën voor intensievere scheidingen (G/L, L/L)
  - Vloeistof/vloeistof extractie
- Innovatieve gestructureerde reactoren voor gas/vloeistof reacties:
  - Taylor flow reactor voor oxidaties en hydrogeneringen
- Kleinschalige modulaire procestechologie
  - Modulaire en flexibele concepten voor de productie van chemicalien middels electriciteit
- Systemstudies & technology scouting

#### R&D doelen 2015

- Aantonen van 30% hogere conversie in een industriële toepassing voor verestering.
- Selectie van productietechnologie en modulaire systemen, modellen en instrumenten voor verdere ontwikkeling.
- Proof of Principle voor additive manufactured componenten in een labschaal reactor.

#### Belangrijkste projecten

- TKI ISPT Opschaling en demonstratie van reactieve pervaporatie
- Ontwikkeling van inserts voor gas/vloeistof reactoren (AM)
- TNO SIP Gebruik van modulaire processen in de chemische industrie
- TKI ISPT Procesontwerp en indicatie van OPEX en CAPEX van continue processing van bier en melkzuur
- Partners: Pervatech, Arkema, Momentive, Admatec Europe BV, TNO, Pentair, Corbion, DSM, VITO





### Programmalijs Nieuwe generatie scheidingstechnologie voor vloeistoffen

#### Belangrijkste doelen programmalijn TKI

- Onderzoek en ontwikkeling van nieuwe generatie scheidingstechnologie als vervanging van energie intensieve destillatie zoals affiniteitsscheidingen, de toepassing van membranen en hybride technologieën, waarbij destillatie gecombineerd wordt met andere technologieën.

#### ECN bijdrage programmalijn

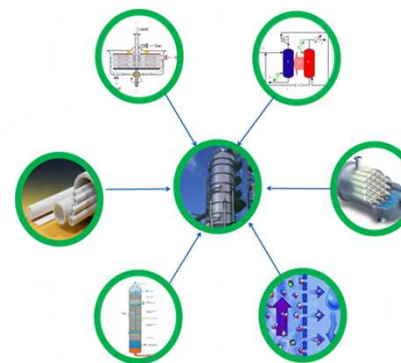
- Doel  
Onderzoek, ontwikkeling en demonstratie van innovatieve scheidingsprocessen voor moleculen in de vloeistoffase met 50% energiebesparing en 25% kostenvermindering door in 2018 een pilottest uit te voeren met een nieuwe technologie (TRL 6).
- Innovatieve technologieën voor het verwijderen van water of methanol componenten uit organische stromen (oplosmiddelen, zuren en zure media).
  - Membraantechnologie voor pervaporatie en damppermeatie
- Innovatieve technologieën voor het terugwinnen van waardevolle componenten uit organische stromen (oplosmiddelen, zuren en zure media).
  - Nanofiltratie en specifieke adsorptietechnologieën
- Innovatieve technologieën voor het scheiden van koolwaterstoffen en aromaten.
- Systemstudies & technology scouting

#### R&D doelen 2015

- Aantonen van de toepasbaarheid van pervaporatie met een industrieel mengsel.
- Identificeren van een effectieve operationele strategie voor kosten- en energie efficiënte bedrijf van pervaporatie systemen.
- Identificeren van nieuwe toepassingen en energiebesparingspotentieel voor hybride nanofiltratie membranen.

#### Belangrijkste projecten

- TKI ISPT Kostenreductie en kwaliteitsverbetering hybride silica membranen voor pervaporatie
- TKI ISPT Ontwikkeling van kosteneffectieve hybride membranen voor nanofiltratie van organische oplosmiddelen
- Partners: Pervatech, Philips, Momentive, Akzo Nobel, Shell, UTwente, Sabc, Huntsman, Dow, DSM, Solsep



### Programmaliijn Verwijderen van waardevolle componenten uit waterige stromen

#### Belangrijkste doelen programmalijn TKI

- Het praktisch inzetbaar maken (van TRL 4 naar TRL 7 brengen) c.q. verbeteren (van TRL 3 naar TRL 5 brengen) van een door de industrie verlangde innovatieve procestechnologie voor behandelen van proceswaterstromen in de chemische procesindustrie.

#### ECN bijdrage programmalijn

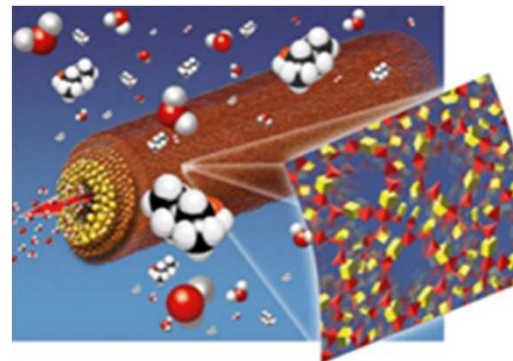
- Doel  
Opzetten van een portfolio van cross sectorale technieken en technologieën die gebruikt kunnen worden als energie-efficiënte alternatieven in waterbehandeling voor de terugwinning en hergebruik van waardevolle componenten en de productie van schoon water door selectie en ontwikkeling van een specifieke technologie tot TRL 6 in 2019.
- Innovatieve energie efficiënte technologieën en systemen voor de (terug)winning van waardevolle componenten uit industrieel proceswater.
  - Membraantechnologie voor verwijdering van lage concentraties koolwaterstoffen.
  - Membraantechnologie en/of geavanceerde extractie voor verwijdering van mineralen
  - Winning van waardevolle componenten uit waterige processtromen door middel van membraan en sorptieprocessen.
- Systemstudies & technology scouting

#### R&D doelen 2015

- Een proces geselecteerd op het gebied van verwijdering en hergebruik van zouten
- Opzetten van een energie efficiënte sorbent regeneratie techniek voor de winning van organische zuren van afvalwater.
- Aantonen van het energiebesparingspotentieel en de technische potentie van verwijderingstechnieken in drie toepassingen bij voorkeur de winning van metalen of andere waardevolle componenten.

#### Belangrijkste projecten

- TKI ISPT Ontwikkeling van energie efficiënte technologieën voor de winning van zouten en koolwaterstoffen uit proces- en afvalwater.
- TKI ISPT Verbetering van scheidingsapparatuur voor de winning van algen.
- Partners: KWR, Friesland Campina, Dow, Akzo Nobel, RHDHV, Corbion, Evodos, Momentive, Fujifilm



### Programmaliijn Industrial Processes & Variable Power Management

#### Belangrijkste doelen programmalijn TKI ISPT en TKI Gas

- Ontwikkeling van betrouwbare en betaalbare industriële systeem-innovaties, zoals opslag-concepten en conversieprocessen, om de energievoorziening van de toekomst zodanig in te richten dat deze zoveel mogelijk gebruik maakt van het potentieel voor duurzame energie waarvan het aanbod meer variabel kan zijn.

#### ECN bijdrage programmalijn

- Doel  
Ontwikkeling van flexibele, goedkope, en snel schakelende industriële processen om bij te dragen aan het stabiliseren van het elektriciteitsnet dat wordt beïnvloed door een fluctuerend aanbod. Twee opties, die voldoen aan de technologische en economische randvoorwaarden, zijn in 2018 gereed voor de start van industriële pilot testen.
- Building blocks
  - Route inventarisatie & technologie verkenningen
  - Innovatieve technologieën voor integratie van duurzame elektriciteit in elektrochemische productie van chemicaliën.
  - Power2Chemicals and Gas: Innovatieve processen voor de productie van chemicaliën en brandstof uit geëmitteerde CO<sub>2</sub> en duurzaam geproduceerde H<sub>2</sub>
  - Power to flexible heat supply (i.e. elektrische warmtepompen)
  - Kleinschalige modulaire procestechologie, bijv electrolyzers

#### R&D doelen 2015

- Selectie van een schakelbaar elektrochemisch proces en systeem voor verdere ontwikkeling.
- T/e evaluatie power to heat supply opties
- Verkennend testprogramma Power2Chemicals and Gas
- Selectie van productietechnologie en modulaire systemen, modellen en instrumenten voor verdere ontwikkeling.

#### Belangrijkste projecten

- TKI ISPT Gebruik van duurzame elektriciteit en modulaire processen in de chemische industrie
- TKI Gas/Edgar Power2Fuel: Brandstoffen uit CO<sub>2</sub> en hernieuwbare H<sub>2</sub>
- Partners: Hanze Hogeschool, Grontmij, Hydron Energy, Frames, TNO



Voor meer informatie kunt u contact opnemen met:

Peter Alderliesten

Programma Manager Energiebesparing in de Industrie

tel.: 088-515 4626

e-mail: [alderliesten@ecn.nl](mailto:alderliesten@ecn.nl)

ECN-F--14-023

