

Hein Winkelaar



Ir. H.M. Winkelaar M.Sc.  
(h.winkelaar@pstamp.com)  
is operations manager &  
freelance tekstschrjver

# NPS8 prikkelde alle aanwezigen

Het Nederlands Procestechologie Symposium (NPS) werd voor de 8e keer georganiseerd. Alle aanwezigen lieten zich prikkelen door interessante uitspraken en vernieuwende inzichten. "Wij hebben procesverbeteringen nodig, niet alleen zonne-, wind-, nucleaire- of bio-energie!", zo opende prof. Matthias Wessling (voorzitter NPS8) het drukbezochte symposium.

10% meer bezoekers dan vorig jaar hadden zich aangemeld voor het congres dat op 28 en 29 oktober in Veldhoven werd georganiseerd. Zij luisterden naar lezingen, bezochten workshops en wisselde uiteenlopende ideeën uit tijdens de breaks. Het overkoepelende doel was duidelijk: "Wij proberen jullie gedachten te stimuleren. Om zodoende goed over onze, wij als procestechnologen, toekomst na te denken", prikkelde Wessling het publiek.

En niets was minder waar; stellingen liepen uiteen en meningsverschillen werden tot aan de koffietafel besproken. Het was een zeer nuttig symposium met een verhelderende kijk op de toekomst van 'een wereld zonder olie'.

## Olief uit lucht en water

"Toen wij het voorstel indienden om vanuit water en lucht olie te maken, dachten mensen dat wij gek waren", grapte dr. Ellen Stechel. Als manager van de afdeling 'Fuels and Energy Transitions' binnen Sandia National Laboratories begrijpt zij dat dit een uitdagend onderwerp is. De Amerikaanse overheid pakt het begrip hernieuwbare energie anders aan dan 'wij' in Europa. "Ons ministerie van Defensie in het Pentagon sponsort ons. Wij zijn een nationaal veiligheidslaboratorium met een duidelijke doelstelling: de natie te helpen om een vredelievende en vrije wereld veilig te stellen en klimaatveranderingen te voorkomen." Het blijkt duidelijk dat de Amerikaanse overheid een militair strategisch programma opzet om hernieuwbare grondstoffen te

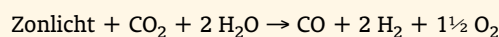
Prof. Matthias  
Wessling



vinden. "Lang geleden werd om zout gevochten, toenmalig een strategische hulpbron. Dit is nu niet meer het geval." Helaas is het zout vervangen door olie als belangrijke strategische hulpbron, en ook hier worden oorlogen om uitgevochten. Het is dus eigenlijk niet vreemd dat de Amerikanen hernieuwbare grondstoffen bij het ministerie van Defensie onderbrengen. Alleen het is anders dan oorlogvoeren. "Er is geen duidelijke vijand, die ons dreigt te doden, het besluit ons als een continue stroom veranderingen. Hierdoor onderschatten wij de mogelijke verdediging tegen dit probleem", stelde Stechel. De mens heeft logischerwijs voorkeur voor fossiele brandstoffen:

- Hoge energiedichtheid
- Rijkelijk aanwezig
- Goedkoop
- Relatief weinig toxisch
- Relatief lage explosiegrens
- Meer dan 100 jaar ervaring

De omslag van fossiele brandstoffen naar alternatieven zal dus nooit over één nacht ijs gaan, dit is iets wat wij ons terdege moeten beseffen. Stechel richt haar aandacht op een eenvoudige reactievergelijking:





Dr. Ellen Stechel

“Olie is eigenlijk een oeroude opslag van zonne-energie. Maar helaas met een conversie-efficiëntie van ongeveer 0,0002%. Veel beter is het om van maïs ethanol te maken, namelijk 0,1%. Maar wij willen het nog meer verbeteren, door zongedreven thermische- en chemische processen te gebruiken. Het product, een mengsel van CO en H<sub>2</sub> kan gebruikt worden om vloeibare brandstof te maken.”

### Peak-oil [Ja/Nee?]

Tijdens de winning van bijvoorbeeld olie of andere delfstoffen zal de opbrengst een levenscyclus doorlopen. Ergens in die levenscyclus zal een maximale productie per tijdseenheid optreden. Zodra de winning meer energie kost dan zij oplevert, zal deze worden gestaakt. De Peak-Oiltheorie werd opgesteld door de geofysicus M. King Hubbert. Hij stelde dat de olieproductie uit een reservoir een curve zou vormen met een piek, bij de helft van de uiteindelijk opgepompte hoeveelheid olie. In zijn analyse gebruikte hij een grafiek die de Hubbert-curve wordt genoemd.

Peak-oil betekent niet dat de olie direct op is, maar wel dat wij de top van productie naderen (1) ofwel gepasseerd zijn (3) (zie figuur 1). De olie zal dan steeds schaarser en duurder worden. Momenteel is veel onzekerheid en discussie over wanneer de wereldpiek zal optreden. Voorlopig stijgt de olieproductie in de gehele wereld

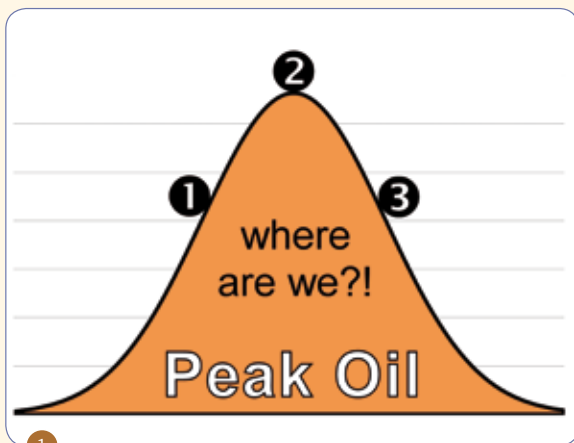


Fig. 1 Peak-oil



Zonnepanelen met reactoren (Sandia)

nog steeds. Op NPS was geen consensus over peak-oil, Wessling beaamde de twijfel rond peak-oil, Stechel stelde: “Wij naderen peak-oil.” Wat laat zien dat het urgentiebesef en de bijbehorende risico-inschatting nog in de kinderschoenen staat.

### Genoeg olie beschikbaar

De volgende spreker was prof. Michiel Groeneveld (Shell, UT). Hij stelde, met excuses richting Stechel: “Ik ben het totaal niet eens met peak-oil, er is voldoende olie beschikbaar in de wereld.” Maar als wij kijken naar de klimaatveranderingen, dan moet gekeken worden naar hernieuwbare brandstoffen.

Gezien de transportverliezen van elektriciteit (6-21%) en gas (10%) heeft een vloeibare energiedrager de voorkeur. Ook heeft een vloeibare energiedrager een energetisch voordeel. “Wij slaan, om een energiecrisis te kunnen doorstaan, olie op en geen gas of elektriciteit.” De eerste generatie biobrandstoffen zijn gebaseerd op de menselijke voedselketen, dit geeft problemen en is niet wenselijk. Maar er zijn meer barrières te bedenken, waardoor het niet zo gemakkelijk is biomassa te gebruiken (zie figuur 2).

Landbouwafval vormt de tweede generatie biobrandstoffen. Deze hebben het grote voordeel ruim voorhanden te zijn en niet te interfereren met de voedselketen. “Als de mineralen natuurlijk wel worden gerecycled”.

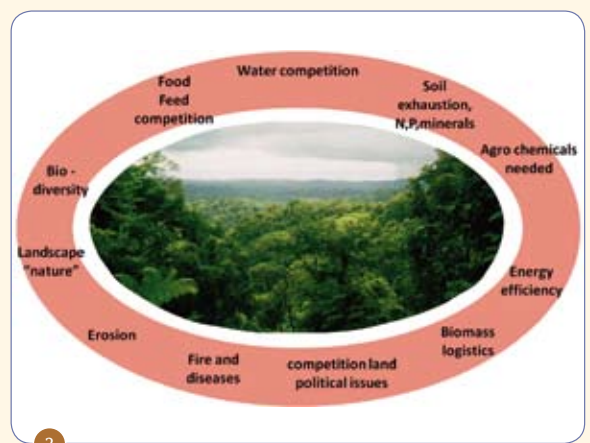


Fig. 2 Uitdagingen biomassa (Groeneveld)



Prof. Michiel Groeneveld

voegt Groeneveld hieraan toe. De ultieme biobrandstof zijn algen. Algen hebben de beste fotosynthese-efficiency en verdienen dus de voorkeur. Biomassa omzetten naar olie heeft ook een belangrijk economische aspect. Kosten van transport en zuivering naar veilige en schone brandstof moeten overwonnen worden om een haalbaar alternatief te kunnen bieden. "Pyrolyseolie is geen olie, het moet nog altijd worden opgewaardeerd", stelt Groeneveld. Daarom wordt niet alleen gekeken naar het upgraden, maar ook naar andere toepassingen van deze bio-crude. Een voorbeeld is het onderzoek door de TU Eindhoven, waar prof. De Haan werkt aan het omzetten en afscheiden van waardevolle chemicaliën voor de industrie ([www.biocoup.eu](http://www.biocoup.eu), SP4).

### Optimalisatie van processen

Prof. Harry van den Akker vertelde dat het energieprobleem niet alleen vanuit de toevoer bekeken moet worden, maar ook het gebruik verdient aandacht. "Er zijn verschillende manieren om te optimaliseren:

- verander het proces
- herontwerp de fabriek
- verbeter de procescontrole

De industrie moet accepteren dat deze stappen noodzakelijk zijn", stelde Van den Akker. Hij



Prof. Harry van den Akker

voegde hier wel aan toe dat dit afhankelijk is van de economische haalbaarheid. Vanuit OSPT spreekt Van den Akker een duidelijke stelling uit over toegepaste wetenschap: "Het uitgangspunt is een industriële doelstelling, in plaats van een wetenschappelijke nieuwsgierigheid in een bepaalde subdiscipline."

Van den Akker gaf een uiteenzetting over de resultaten die bereikt zijn onder de vlag van technologiestichting STW. Resultaten met een duidelijke focus op toepasbaarheid en procesintensificatie. Een opmerkelijk voorbeeld was het onderzoek naar zogenaamde 'smart-sensors'. Hierbij worden 'kleine' sensoren (PEAS) toegevoegd aan een processtroom, waar zij rondzweven in het proces. De sensoren kunnen communiceren met externe antennes en geven zodoende actuele procesdata door vanuit verschillende plaatsen in het proces. Het onderzoek richt zich ook op het onderling communiceren van deze sensoren. Het lijkt op een aflevering van STARTREK, waarbij nanoprobles informatie verzamelen. Toekomstige processen, bijvoorbeeld kristallisatoren, zullen hierdoor efficiënter moeten gaan draaien, en dus energie besparen. (Zie ook het artikel 'Smart PEAS for safer processes and improved products' op pagina 20 en 21 van dit blad.)

### Toegepaste procesintensificatie

Vanuit de industrie werd een van de vele lezingen gegeven door de heer Koole van Huntsman Polyurethanes. "Om MDI isomeren te scheiden onderzocht Huntsman in 2004 verschillende scheidingstechnieken. Na verschillende pilotproeven bleek kristallisatie een goede optie; boven distillatie, wat veel energie kost en hoge investeringen met zich meebrengt." Huntsman heeft een lange historie in oppervlakte kristallisatie, maar de lange doorlooptijd, hoge investeringen (veel staal) en relatief kleine volumes waren niet optimaal voor een volgende stap. "Na onderzoek was er een sterke voorkeur voor suspensiekristallisatie, gecombineerd met een waskolom. Twee Nederlandse bedrijven hebben hier een ijzersterke positie in. Dit gegeven, de zeer hoge selectiviteit en het buitengewoon lage energieverbruik, gaven ons het vertrouwen te kiezen voor deze technologie." Huntsman heeft deze technologie inmiddels in gebruik genomen en is meer dan tevreden over de resultaten. "Het proces is zeer 'intensief'! Als je alleen al kijkt naar het volume van de oude en de nieuwe plant zie je het meteen", besluit de enthousiaste Koole.

### Flash presentaties

Dit jaar mochten aio's hun poster presenteren op het grote podium. Binnen 2(!) minuten mochten ze het publiek overtuigen van het belang van hun vinding. Sommigen hielden zich precies aan de tijd en wisten het publiek te boeien met uiteenlopende procestechnologische innovaties. Anderen waren de tijd geheel uit het oog verloren en werden onherroepelijk op de feiten gedrukt door de bel, genadeloos bediend door prof. Wessling.

Dat de gemiddelde aio geen ondernemer is, bleek dui-



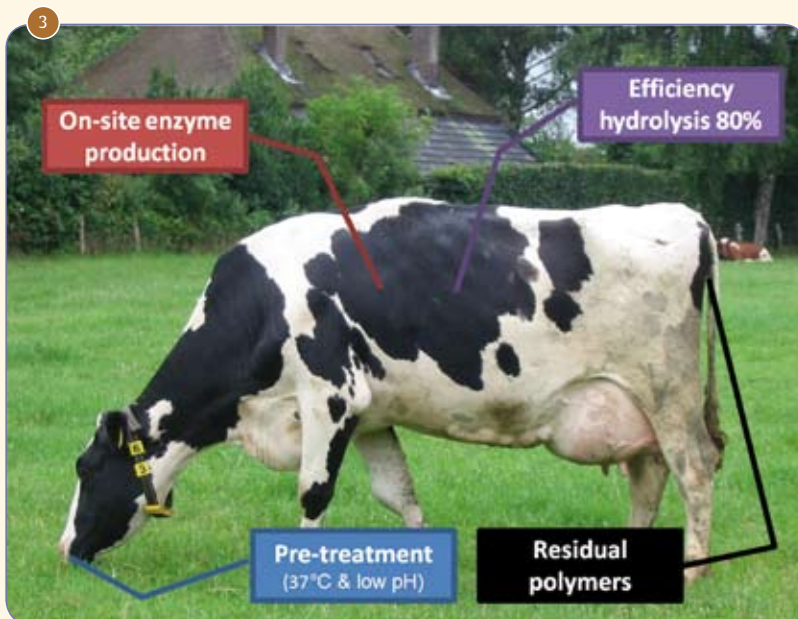
delijk uit het feit dat velen zich in de onderzoeksmethode verloren, in plaats van zich toe te spitsen op het resultaat en de toepassing. Maarten Schutyser, één van de organisatoren, vertelde dat de 'New Business Generation Game' uit het programma was geschrapt, omdat te weinig aio's zich hadden aangemeld. "Je zou toch verwachten dat er veel interesse is voor een dergelijk onderwerp, het is jammer dat het niet is doorgegaan. Volgend jaar zullen we meer aandacht vestigen op deze game", aldus Schutyser.

### Alcohol uit biomassa-afval

Vanuit suiker en zetmeel produceert de industrie al jaren alcohol, maar het fermenteren van afvalproducten zorgt nog steeds voor veel hoofdbrekers. "Wij zijn een simpel bedrijf, al meer dan 100 jaar maken we één product. Wij discussiëren nooit over welk product nu weer te maken", zo opende dr. Jan de Bont van Royal NEDAL-

CO zijn lezing. NEDALCO, een onderdeel van de Nederlandse suikerproducent COSUN, is de grootste speler op het gebied van bio-ethanol binnen Europa. Ten aanzien van de toekomst voor 2e generatie bio-alcohol (alcohol uit agrarische reststromen) binnen Europa, is De Bont duidelijk: "Binnen Europa zien wij stijgende kosten en een steeds goedkoper wordende import van onder andere Braziliaanse suiker. Elke activiteit om momenteel 2e generatie grondstoffen te ontwikkelen is in de USA." De focus ligt voornamelijk op de bijproducten van de suiker- en zetmeelindustrie, bijvoorbeeld de bijproducten van de maïsverwerkende industrie. De crux ligt in het vinden van de juiste enzymen om stoffen als xylose, hemicellulose en lignine beschikbaar te stellen. Een juist gist moet deze stoffen dan omzetten in alcohol. Als naar een voorbeeld uit de natuur wordt gekeken, is de koe een mooi voorbeeld. Onder veel gelach toont de Bont een afbeelding van deze natuurlijke biobrandstoffabriek (zie figuur 3). Een toeschouwer stelde meteen de vraag: "Kan de koe niet industrieel gekopieerd worden?" De Bont: "Natuurlijk hebben wij naar de koe gekeken. Het plaatje is natuurlijk zeer gesimplificeerd, maar de efficiency en het rendement zijn veel te laag."

Fig. 3  
Een natuurlijke biobrandstoffabriek



### Waterstof kan klimaat veranderen

Na het diner, werd een avondlezing gehouden. De toegestroomde aanwezigen waren nieuwsgierig naar de zienswijze vanuit een andere hoek, de klimatologie. De titel 'Een wereld zonder olie, een oplossing voor de wereldwijde klimaatveranderingen?' deed tot de verbeelding spreken. "Waarom zou dat dan niet zo zijn? Als geen olie gebruikt wordt, zijn alle problemen toch opgelost?", vroeg één van de toehoorders. Dit kan ook anders bekeken worden. Prof. dr. Maarten Krol (IMAU & Wageningen) liet een afbeelding zien die niemand had verwacht op dit congres. "Het verdrag van Montreal heeft gewerkt. Het gebruik van cfc's is teruggedrongen en lekkages zijn minder geworden." De problemen met

de ozonlaag 'lijken' voorbij, maar een mogelijk ander gas kan hetzelfde probleem veroorzaken. Waterstof is een belangrijk gas, wat in een concentratie van ongeveer 500 ppb voorkomt. Als zuiver waterstof, tijdens een toekomstige tankbeurt in de lucht komt, kan dit een nadelig effect hebben. Krol: "De natuurlijke afbraak van een belangrijk broeikasgas, methaan, kan door waterstof vertraagd worden. Waterstof is ook een mogelijke oorzaak voor het vormen van 'polar stratospheric clouds'. Deze wolken ontstaan bij zeer lage temperatuur en komen voor, daar waar het gat in onze ozonlaag het grootst is." (zie figuur 4).

### Ondernemen is toepassen

Het mooie van NPS8 was de mix tussen fundamenteel en toegepaste technologie. Daar waar veel aio-posters de fundamenten van onze technologische toekomst neerlegden, liet de industrie zien wel degelijk te volgen met implementaties en veranderingen. Een van de workshops belichtte een zeer toegepaste kant: die van de ondernemer. Prof. Ton Broekhuis (RUG) gaf een inspirerende inleiding: "Een entrepreneur is iemand die het risico neemt een idee of uitvinding te ontwikkelen tot het stadium van commerciële handel. Hij of zij hoeft niet de eigenaar te zijn van de innovatie of vinding." Broekhuis spreekt liever over een 'business engineer' die ideeën van de tekentafel naar de realiteit brengt. Een ondernemer durft risico's te nemen en analytische en communicatieve vaardigheden zijn een vitaal ingrediënt voor een succesvolle ondernemer. Na de inleiding van Broekhuis volgden drie ondernemers en één participatiemaatschappij (zie figuur 5).

Michael Colijn van The Magic Boiler Company (een kleine energiecentrale voor thuis) vertelde over zijn start. "In het begin was het moeilijk een groene technologie te vinden waar geld aan verdiend kan worden. Als ondernemer sta je alleen en heb je aanloopkapitaal

nodig. Ik had spaargeld achter de hand en gelukkig een geheim wapen: een vrouw met een carrière!". De zaal moest lachen om het geheime wapen, maar Colijn meende het serieus. Vooral tegen de beginperiode kijken veel ondernemers op. Onzekerheid is iets wat veel mensen willen mijden. "Als je een onderneming start, zijn niet alleen de klanten belangrijk, ook de omgeving waarin je onderneemt. Om biobrandstof uit Jatropha (purgeernoot) te maken in Tanzania, bleek samenwerking met de lokale boeren en overheid van wezenlijk belang", vertelde een zeer enthousiaste Ruud van Eck, directeur Diligent Energy Systems. Door het geven van speciale trainingen leert Diligent de boeren Jatropha verbouwen. En tussen de Jatropha kunnen ook graanproducten worden verbouwd, zodat de productie van groene brandstof niet concurreert met de voedselvoorziening. "Maar eigenlijk moet je een beetje gek zijn, om ondernemer te worden", stelde Maarten Bouwer van Biogast. Biogast levert de technologie om groen gas te maken. Bij RWZI-Mijdrecht wordt een tweede installatie in gebruik genomen, gezamenlijk goed voor een capaciteit voor circa 110 huishoudens en in Beverwijk kan zelfs door auto's groen getankt worden. Maar voor Broekhuis begon het niet florissant: "Banken zijn terughoudend als het om nieuwe technologie gaat, mijden elk risico en dulden geen uitzondering op gevoerde strategie. De overheid daarentegen begrijpt ondernemers totaal niet. Subsidies is een mooi voorbeeld. Een overheidssubsidie creëert alleen projecten, geen nieuwe markten. Het enige wat overblijft, zijn de participatiemaatschappijen."

### Durfkapitaal

Participatiemaatschappijen verstrekken durfkapitaal. Durfkapitaal, beter bekend als het Engelse 'venture capital', is de financiering van ondernemingen die hoge risico's lopen, meestal zijn dit startende ondernemin-

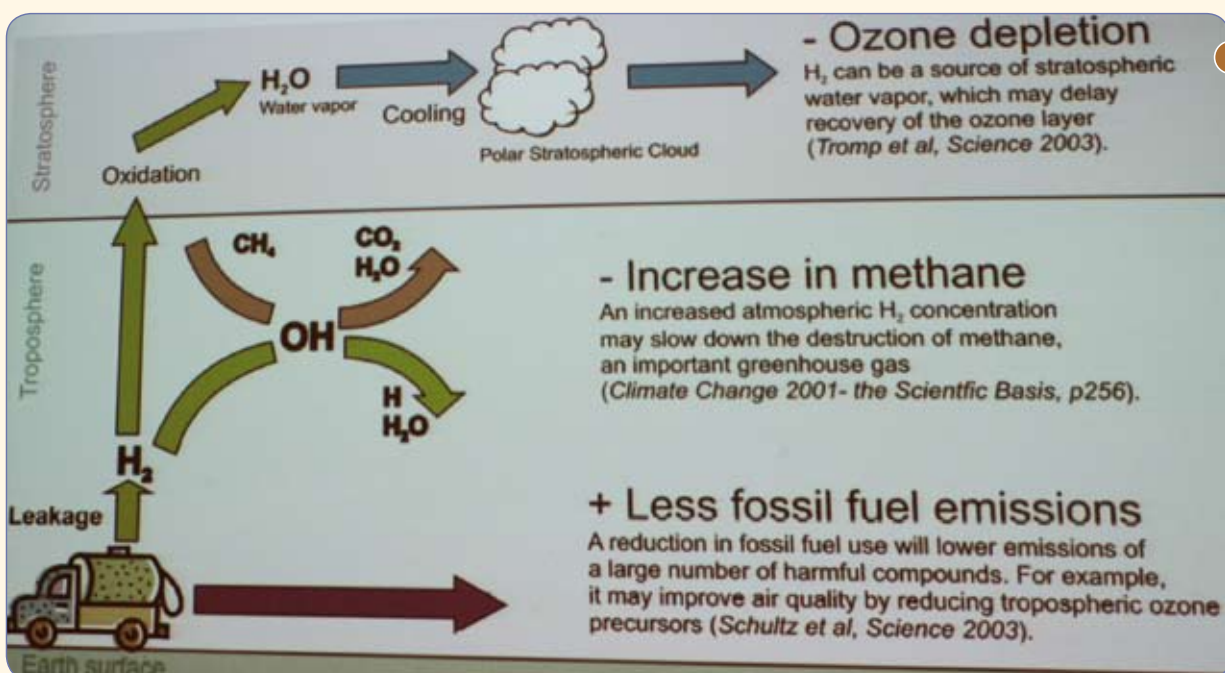


Fig. 4  
Waterstof kan ozonlaag aantasten

gen. Durfkapitalisten investeren in veelbelovende jonge bedrijven met de hoop dat deze sterk zullen groeien en daardoor een grotere marktwaarde zullen krijgen. “Technologie is leuk, maar wat levert het op? In welke status bevindt het zich? Kan al geproduceerd worden? Zijn er problemen met intellectueel eigendom? Hoe ziet het ondernemingsplan eruit?” Waren enkele vragen waarmee Helge Daebel van Emerald Technology Ventures begon. Vragen waar de enthousiaste onderzoeker of uitvinder meestal niet over nadenkt. “In tegenstelling tot de banken, werken wij nauw samen met de ondernemer. Wij willen de risico’s weten en zeker stellen dat de onderneming meer waard wordt.” Meestal wordt een participatie voor enkele jaren genomen (Daebel zegt gemiddeld 5 jaar), waarna zij hun aandeel in de onderneming willen verkopen in verband met een zogenaamd ‘exit event’, meestal een beursintrodactie of de verkoop van de onderneming aan een groter bedrijf. Grote bedrijven gebruiken participatiemaatschappijen vaak als marktverkenning en om de krenten uit de pap te vissen. De investeerders bij Emerald zijn onder andere: DSM, Unilever, DOW, Bosch. Geldstromen van dichtbij (de procestechnologie), al zou je dit niet verwachten als je met een participatiemaatschappij in zee gaat. Als je een wetenschappelijke formule voor een ondernemer zou opstellen kom je tot een eenvoudige vergelijking:

**Ondernemen = Innovatie + Exploitatie**

Alle sprekers nodigden de aanwezigen uit hun innovatieve ideeën te exploiteren. De ondernemer is tenslotte de motor van onze economie!

### Procestechnoloog belangrijk

Tijdens het symposium werd duidelijk dat een belangrijke rol is weggelegd voor de procestechnoloog. Het maakt niet uit op welk onderwerp. De toekomst voor een betaalbare biobrandstof, doorslaggevende energiebesparing of een nieuwe generatie energie ligt in de handen van de procestechnoloog. Een gestructureerde aanpak zal tot goede resultaten leiden. De workshop ‘process design, a structured approach’ was daarom snel volgeboekt. Prof. Henk van den Berg leidde de workshop en vertelde: “Het enthousiasme was zeer hoog en de resultaten waren goed. Alle aantekeningen en flipcharts werden meegenomen, ik hoefde niet eens op te ruimen. Dit geeft aan dat de gegenereerde informatie nuttig en bruikbaar was.”

Maar de toekomst van de procestechnoloog is niet zeker. De overheid snijdt in budgetten, onderzoek is gefragmenteerd en de zichtbaarheid van procestechnologie is matig. “Geven wij wel de juiste colleges? Zijn voldoende gekwalificeerde professoren aanwezig? Is de



Fig. 5 Ondernemers aan het woord

goede balans tussen fundamenteel en toegepaste technologie gevonden?”, vroeg prof. Harry van den Akker zich openlijk af. In het kader van een onderzoek, uitgevoerd door IROP/OSPT, wordt een standpunt beschreven. “Het is tijd voor een SWOT-analyse om de studierichting aantrekkelijk te maken en de industrie enthousiast te houden.”

### Verenigd u

Dr. Jan Willem Veldsink, voorzitter van NPT was trots op het symposium. “Samen met OSPT is het wederom gelukt een geslaagd symposium te organiseren. Maar wij hebben meer leden nodig om NPT richting te geven. Het bezoeken van evenementen, het lezen van NPT Procestechnologie en het meedoen in onze ‘community’, maakt het mogelijk samen het verschil te maken en lol te hebben. Hoewel de respons vorig jaar tegenviel, zeg ik nogmaals: kijk naar de voordelen en word lid van NPT!”

NPS8 werd afgesloten met een informele borrel, waarbij de organisatie iedereen uitnodigde een werktitel te bedenken voor NPS9. Weet u iets moois? ●

Kijk voor meer informatie op:

[www.nps8.nl](http://www.nps8.nl); [www.sandia.gov](http://www.sandia.gov); [www.peakoil.nl](http://www.peakoil.nl);

[www.magicboiler.com](http://www.magicboiler.com); [www.diligent.nl](http://www.diligent.nl); [www.biogast.nl](http://www.biogast.nl);

[www.emerald-ventures.com](http://www.emerald-ventures.com); [www.npt.nl](http://www.npt.nl)



# Hoogewerfflezing: 'Geen tijd en energie te verliezen'

Dr. Jan van der Eijk (CTO, Shell)

De Stichting Hoogewerff-Fonds is in 1917 opgericht door prof. dr. S. Hoogewerff, toenmalig hoogleraar aan de Technische Hogeschool te Delft. De activiteiten van de Stichting Hoogewerff-Fonds richten zich specifiek op het gebied van de chemische technologie in Nederland. Zoals elk jaar wordt de Hoogewerfflezing gepresenteerd door een vooraanstaand lid vanuit de industrie of universiteit.

Dr. Jan van der Eijk, group chief technology officer van Shell sprak dit jaar de aanwezigen toe. De lezing was druk bezocht en het Auditorium was volledig gevuld. "Als wij naar de toekomstige energiebehoefte kijken, is dit verontrustend. Vooral in Azië en Oceanië zal dit verveelvoudigen door de enorme bevolkingsgroei. Het is moeilijk voor te stellen deze totale vraag te moeten produceren. 'Business as usual' is in ieder geval niet mogelijk." Voorlopig blijven fossiele brandstoffen nog van belang, vooral het gebruik van kolen zal significant stijgen. Als uitgegaan wordt van 900 EJ/jaar in 2050, zal het aandeel aan fossiele brandstoffen nog steeds tweederde zijn.

Drie zaken zijn van belang en behoeven strategische actie:

- Stijging in wereldwijde energiebehoefte → *Nieuwe kennis en technologie*
- Minder 'eenvoudig' te winnen olie en gas → *Geïnspireerd leiderschap van overheden*
- Stijging van CO<sub>2</sub> → *Radicale verandering in energieverbruik en CO<sub>2</sub>-uitstoot*

## Technologische en logistieke uitdagingen

De ontwikkeling van biotechnologie is niet alleen aan de biologie, 80-90% van de uiteindelijke kosten zullen door de procestechnoloog worden bepaald. Kijk maar



Van der Eijk ontvangt Hoogewerff-plaque

eens naar het gebruik van algen. Wat doen we bijvoorbeeld met de lipiden (vetachtige stoffen)? Maar ook de logistiek is een belangrijk aandachtspunt. Van der Eijk: "Transport van olie is veel gemakkelijker dan het transport van biomassa. Ik denk niet dat het wijs is om biomassa te transporteren naar Rotterdam om daar een bewerking uit te voeren. Biomassa lokaal verwerken heeft daarom de voorkeur."

## Andere bronnen en (bij)producten

Natuurlijk wordt naar alternatieve bronnen van fossiele brandstof gekeken, zoals het rijkelijk aanwezige teerzand of vervuild methaan. Maar ook wordt gekeken naar het efficiënter benutten van olievelden. Het In-situ Upgrading Process (IUP) is een mooi voorbeeld. "Wij gebruiken het gehele, ondergrondse reservoir als een grote reactor. Meer olie wordt gewonnen, de kwaliteit is hoger en de cokes blijven ondergronds. Ook wordt gekeken naar het beter benutten van bijproducten. Shell heeft veel zwavel als bijproduct. "Wij richten ons ook op mogelijkheden om zwavel beter te benutten, bijvoorbeeld in de bouw of in kunstmest."

## Klimaatveranderingen en procesintensificatie

"Wij, als Shell, hebben als uitgangspunt dat de klimaatverandering een feit is. Wij spenderen geen tijd aan het bediscussiëren van klimaatmodellen." Procesintensificatie zorgt vaak voor grote energiebesparingen. Van der Eijk gaf een simpel voorbeeld van damp-recompressie: Een destillatietoren, met een conventioneel stoomverbruik van 20 MW bespaart met deze 'simpele' manier van procesintensificatie 75% energie, 60% operationele kosten, 40% CO<sub>2</sub>-uitstoot en heeft daarentegen een 30% hogere investering. De industrie zal altijd een dergelijk bedrijfseconomische afweging moeten maken. Dit geldt voor technologie en hernieuwbare energie. Van der Eijk: "Als wordt gesproken over hernieuwbare energie wil ik graag een woord toevoegen: het is belangrijk te kijken naar **betaalbare** hernieuwbare energie. Procestechnologie is zeer belangrijk in deze fase, ik ben benieuwd naar jullie innovatieve ideeën", besluit Van der Eijk. ●