

TNO & Co II



**Het resultaat van
kennisontwikkeling bij TNO**

met cofinanciering door bedrijven



TNO & Co II

**Het resultaat van
kennisontwikkeling bij TNO**

met cofinanciering door bedrijven

COLOFON

TNO & Co II is een uitgave van

Strategie en Planning TNO

© juni 2005, TNO Delft

ISBN 90-5986-155-8

Samenstelling en redactie

Aad Lakwijk, Gerard van de Schootbrugge
en Henk van Wijk

Teksten

Bart Bartstra en Morten de Boer

Vormgeving en productie

De Boer & van Teylingen, Den Haag

Drukwerk

Lecturis, Eindhoven

Strategie en Planning TNO

Schoemakerstraat 97

Postbus 6070

2600 JA Delft

Telefoon 015 269 69 00

Fax 015 262 73 13

E-mail aad.lakwijk@tno.nl

VOORWOORD

Ir. Hans Huis in 't Veld

Voorzitter TNO Raad van Bestuur



Het cofinancieringsprogramma van TNO heeft zich ontwikkeld tot een interessant instrument voor praktijkgerichte kennisontwikkeling bij TNO. De in dit boekje beschreven projecten geven een indruk van de aard en het soort resultaten van het programma. Toen het programma nog in ontwikkeling was, hebben wij een eerste boekje laten verschijnen. Inmiddels zijn we enkele jaren en vele projecten verder. In de tussentijd is het effect van en de waardering voor de TNO-inspanningen gemeten. En we kunnen constateren dat deze vorm van vraagsturing werkt.

Het is de taak van TNO kennis beschikbaar te hebben die relevant is voor het bedrijfsleven. Dat betekent dat we moeten anticiperen op verwachte kennisvragen, keuzes moeten maken en moeten investeren in de vernieuwing van onze kennisportefeuille. Dat doen we bij voorkeur in nauwe samenwerking met belanghebbende partijen.

Het programma biedt bedrijven de mogelijkheid om een deel van de speurwerkagenda van TNO in te vullen. Dat is niet vrijblijvend, de betrokkenheid moet ook blijken uit de bereidheid mee te betalen aan de gewenste kennisontwikkeling.

Het leidt tot een versnelde ontwikkeling van kennis waar de cofinancier direct wat aan heeft: hij kan nieuwe of betere producten maken, of op een nieuwe manier produceren, of een strategische keus beter onderbouwen, of ...

Dit boekje geeft een aantal voorbeelden van vernieuwingsprojecten. Het zijn – voor ons – heel actuele voorbeelden, die met elkaar iets van de veelzijdigheid van innoveren samen met TNO aangeven. Het laat tegelijk zien hoe de kennisontwikkeling van TNO op de praktijk gericht is en aansluit bij de vragen en behoeften van het bedrijfsleven.

TNO als partner in innovatie. Ik hoop dat dit boekje die boodschap weet over te brengen.

Delft, juni 2005

INHOUD

Kennisontwikkeling met en voor bedrijven	5
Automatisch tulpen bossen	6
VEHIL maakt jongensdroom waar	8
Safety first	10
Dakbedekking als zonnecollector	12
Spelenderwijs matrijzen maken	14
De kwaliteit van glas onder de loep	16
Kleefkrachtmeter voor drukinkt goedkoper en beter	18
Integrale systeembenadering leidt tot energiebesparing	20
Een intelligente pacemaker	22
Beter inzicht in het assemblageproces	24
Zonnecombi zonder zon getest	26
Champignon wordt champion	28
Spuitsieten met aluminium matrijzen	30
Energiebesparing en milieuwinst bij cementproductie	32
Afgeschreven afvalproduct kan waardevol zijn	34
Koelen met CO ₂	36
Draadloze ICT aan boord van schepen	38
De kroon op het halve werk	40
Het TNO Cofinancieringsprogramma in het kort	42
Overzicht deelnemende bedrijven	44

KENNISONTWIKKELING MET EN VOOR BEDRIJVEN

Waarom maken we ons zo druk over innovatie? Omdat innovatie het succes van bedrijven en de groei van de economie bepaalt.

Vrijwel iedere ondernemer is permanent bezig met het verbeteren van zijn producten, diensten of productieprocessen. Dat kost tijd, moeite, creativiteit en geld. En dan nog is het succes moeilijk voorspelbaar. Het leidt tot een duivels dilemma: niet innoveren betekent achterop raken, wel innoveren betekent grote risico's nemen. En meestal gaat het dan nog maar met kleine stappen terwijl iedereen graag een sprong vooruit zou willen maken.

Hoe bereik je nu dat de kansen maximaal benut worden? Daar komt TNO in beeld. TNO is een publieke onderzoeksorganisatie met een opdracht die is vastgelegd in de TNO-Wet. En die wettelijke opdracht houdt onder meer in het ondersteunen van bedrijven bij hun innovatie. Dat betekent dat TNO steeds nieuwe kennis op voorraad moet hebben waar bedrijven maximaal profijt van kunnen hebben. Gelukkig kan dat ook omdat de Nederlandse overheid aan TNO een deel van de daarvoor noodzakelijke middelen beschikbaar stelt. Daarmee bouwt TNO haar toch al niet geringe kennis en expertise steeds verder uit. En met die verworven expertise kan TNO bedrijven in de risicovolle vroege fasen van een (beoogd) innovatietraject ondersteunen en behoeden voor onnodige risico's.

Om dat echt goed te kunnen doen moet de kennisontwikkeling van TNO zo goed mogelijk aansluiten bij de toekomstige kennisbehoefte. Daarom heeft TNO het cofinancieringsprogramma ingesteld. Dat biedt bedrijven de mogelijkheid om hun toekomstige kennisbehoefte aan te geven en daarmee de

kennisontwikkeling van TNO te sturen. Door mee te betalen (cofinancieren) vergroten zij hun betrokkenheid en invloed, met als uitkomst dat TNO die kennis ontwikkelt waar ook echt behoefte aan is. De cofinancier bouwt een kennisvoorsprong op en TNO weet dat zij kennis ontwikkelt waarvoor ook een marktvraag bestaat. En de samenleving, die uiteindelijk de middelen voor TNO beschikbaar heeft gesteld, heeft een garantie dat die gemeenschaps-gelden ook doelgericht worden ingezet voor het verhogen van de concurrentiekracht van het Nederlandse bedrijfsleven.

Dit cofinancieringsprogramma loopt al sinds 1997 en wordt gesteund door het ministerie van Economische Zaken. In de loop van de tijd zijn er zo'n 1300 projecten gestart met ruim 1400 verschillende bedrijven als cofinancier van één of meer van die projecten. Uit metingen aan de economische effecten is gebleken dat elke geïnvesteerde euro gemiddeld 6 à 7 euro oplevert. Natuurlijk is niet elk project even succesvol. Er zijn er waar het succes 20-voudig is, en er zijn er die schijnbaar tot niets leiden – hoewel een bedrijf er dan vaak voor behoed is een verkeerde weg in te slaan. Het zijn beide uitersten. In dit boekje geven we daarom vooral het beeld van het doorsnee cofinancieringsproject. Maar de voorbeelden zijn wel echte projecten in al hun verscheidenheid. En ze geven daarmee ook een beeld van de continue innovatie bij het Nederlandse bedrijfsleven en de bijdrage die TNO daaraan wil en kan leveren.

AUTOMATISCH TULPEN BOSSEN

Wie een bosje tulpen bij de bloemenstal koopt, realiseert zich niet hoeveel specialistenwerk en arboproblematiek achter dat bosje schuilgaat. Of beter gezegd: achter die 1,1 miljard tulpen die ons land jaarlijks produceert. Bij de bloemist ziet de bos er meestal keurig uit; alle tulpen zijn even lang, er zit geen vuil of bollenresten tussen de bladeren en er zit zelden een beschadigde of geknakte tulp bij. Allemaal handwerk, tot dusver, en dat is de grootste kostenpost in de tulpenkwekerij.



Hoge kosten en RSI

Om verschillende redenen zag de branche eind jaren negentig dat het bossen niet eeuwig op deze manier zou blijven bestaan. Ten eerste zijn er steeds minder mensen die dit werk kunnen en willen doen. Gevolg: een wisselende kwaliteit van de bossen en dat vindt de markt niet leuk. Ten tweede is er een arbo-probleem. Het bossen van tulpen is eentonig werk met het risico van RSI-achtige verschijnselen. Ook de fysieke omstandigheden waarin het werk wordt gedaan zijn niet bevorderlijk voor de gezondheid. Tenslotte maken de hoge arbeidskosten tulpen te duur ten opzichte van andere bloemen.





TNO Industrie en Techniek

+

Germaco

Haalbaarheidsonderzoek

“Is dit proces te automatiseren” vroeg een groep tulpenkwekers aan TNO. Eerder hadden de kwekers al hun licht opgestoken bij collega's die zich met de rozenkweek bezig hielden. Die beschikken al jaren over een apparaat dat de rozen netjes op maat snijdt en tot bosjes samenstelt, maar die machines bleken ongeschikt, omdat tulpen niet aan hun knop opgehangen kunnen worden.

De vraag sloot goed aan op een programma voor de mechanisatie van land- en tuinbouw waarin TNO haar kennis op gebieden als patroonherkenning, robotica en mechatronica combineert.

KWANTITATIEVE EISEN

De projectomschrijving bevatte een aantal kwantitatieve eisen: het apparaat moet in staat zijn om met een snelheid van 4 tulpen per seconde bossen te maken waarvan de knoppen op gelijke hoogte zitten met een maximale afwijking van 10 mm. En dat alles zonder tulpen te beschadigen.

Demonstratiemodel

Hoewel de verschillende deelprocessen vrij snel konden worden ontwikkeld, kostte de ontwikkeling van de beeldherkenning om de snijlengte te bepalen en het mechanisme om nette bossen te maken meer moeite. Daarbij speelde het behalen van de gewenste snelheid een belangrijke rol. Niettemin is ook dat gelukt en slaagde TNO erin goed werkende demonstratiemodellen te bouwen. TNO heeft met het project vooral nieuwe kennis opgedaan op het gebied van geautomatiseerde waarnemingssystemen en het integreren van verschillende processen in één systeem.

Er is inmiddels ook een fabrikant (Bercomex uit Hoorn) die de machines in serieproductie gaat bouwen. Naar schatting is er markt voor een honderdtal automatische tulpenbossers. De afnemers zullen hun investering alleen al in economisch opzicht terugverdienen. Kwaliteitsvoordelen en arbowinst laten zich moeilijker in cijfers vatten maar ook die zijn er. En dat zijn de kwekers zich terdege bewust.

VEHIL MAAKT JONGENS DROOM WAAR

Auto's worden steeds veiliger door slimme elektronische apparaatjes. Maar hoe test je hun werking zonder het verkeer in gevaar te brengen? Het antwoord op die vraag kwam van TNO.



Om erachter te komen of een 'intelligent voertuig-systeem' werkt, is een test met een prototype onder praktijkomstandigheden de beste methode. Voor de auto is dat het dagelijkse verkeer, maar daaraan zijn grote risico's verbonden. Want als een ADA-systeem (Advanced Driver Assistance) onverwacht reageert in een kritische verkeerssituatie zijn de gevolgen niet te overzien.

Het bedrijf Groeneveld bv heeft een zeer geavanceerde ADA ontwikkeld. Het is een stelsel van sensoren en actoren waardoor het voertuig automatisch reageert op zijn omgeving, zoals de weg en andere voertuigen. Om dit systeem zonder risico objectief en betrouwbaar te kunnen testen had Groeneveld behoefte aan een testfaciliteit waar verkeerssituaties realistisch kunnen worden gesimuleerd.

ADA VOOR VRACHTWAGENS

Naast het VEHIL-onderzoek vindt binnen het project ook een onderzoek plaats naar de mogelijkheden en beperkingen van de Groeneveld-ADA sensor voor toepassing in vrachtwagens. Daartoe is de zogenaamde Carlab ontwikkeld en gebouwd op basis van een MAN-vrachtwagen.

TNO Industrie en Techniek

+

Groeneveld Transport Efficiency b.v.

VEHIL

TNO heeft in november 2003 het nieuwe VEHIL-testlaboratorium geopend, dat helemaal op deze problematiek is afgestemd. VEHIL staat voor Vehicle Hardware in the Loop.

TNO wil met VEHIL de auto- en autotoeleverings-industrie complete testprogramma's aanbieden voor ADA- en andere voertuigautomatiseringssystemen. Daarom kwamen TNO en Groeneveld samen tot een cofinancieringsproject. Groeneveld kan hiermee in het laboratorium de gewenste tests laten ontwikkelen en toepassen op haar nieuwe ADA-systeem. TNO heeft met het project niet alleen een forse innovatiesprong gemaakt, maar bovendien de basis gelegd voor de verdere ontwikkeling van VEHIL en de bijbehorende testmethode. Groeneveld is een goede representant van de branche en dat verhoogt de geloofwaardigheid van de resultaten van het onderzoeksproject, zodat TNO de potentiële markt duidelijk en concreet inzicht kan verschaffen in de mogelijkheden en voordelen van VEHIL.



Moving Base nadert de Carlab truck in een VEHIL simulatie.

NIEUWE GENERATIE ADA-SYSTEMEN

Futurologen en science-fiction-freaks fantaseren al sinds mensenheugenis over zelfdenkende voertuigen. Hun dromen beginnen aardig uit te komen, maar op de openbare weg vertrouwen we voorlopig nog het meest op onze menselijke zintuigen. Toch gaat ook daarin langzaam maar zeker verandering komen. Een beetje auto is uitgerust met cruise control, en sinds 1999 heeft Jaguar als eerste een automatische cruise control die zich aanpast aan de snelheid van de auto vóór hem. Dit systeem loopt vooruit op de nieuwe generatie ADA-systemen (Advanced Driver Assistance) die het accent op veiligheid legt en niet meer op comfort.

MOVING BASES

VEHIL is eigenlijk de ultieme realisatie van een jongensdroom. Het is een 200 meter lange overdekte 'autoweg' met een rollenbank voor het testvoertuig en daaromheen 'moving bases'. Dat zijn met een simulatieprogramma aangestuurde voertuigen, die echt kunnen rijden. De ADA-sensoren in het testvoertuig registreren de capriolen van de moving bases met de bedoeling dat het voertuig hierop zonder vertraging adequaat reageert. Op die manier kan een heel programma van tests worden afgewerkt totdat de ADA het predikaat 100% veilig kan worden toegekend.

SAFETY FIRST

Je kunt tegen iemand met vlieg angst zeggen dat vliegen ongeveer de veiligste manier van verplaatsen is, maar dat helpt niets. Perceptie en beleving zijn niet te beïnvloeden met alleen rationele argumenten. Dat geldt ook voor het functioneren van ploegen in een chemische fabriek. Het optimaal en veilig kunnen opereren, is een complexe zaak die niet objectief te berekenen is. Er spelen zoveel aspecten een rol, waarvan risicoperceptie slechts een onderdeel is, dat hiervoor een andere aanpak nodig is.



Omvangrijk probleem

Veel projecten kunnen binnen één kerngebied van TNO worden aangepakt, maar bij de vraag: 'Bedenk een methode waarmee een industrieel bedrijf een veilige werkploeg kan samenstellen' komt TNO met zijn brede oriëntatie pas helemaal tot zijn recht. Het probleem is namelijk veel omvangrijker dan veiligheidsbeleving. Er kleven ook arbeidskundige, bedrijfseconomische, organisatorische en proces-technologische aspecten aan.

TNO Kwaliteit van Leven

+

AKZO Nobel,

Du Pont de Nemours Nederland,

Methanor, Nerefco



Tot norm verheven

Als eerste hebben de drie cofinanciers hun voordeel met deze methode gedaan, waarmee de onzichtbare wortels van verschillende knelpunten blootgelegd worden. Knelpunten van technische, organisatorische en personele aard. En als je het echte probleem kent, kun je er wat aan doen. En dat is ook gebeurd.

Inmiddels is TNO met de methode de markt opgegaan. En niet zonder resultaat: het veiligheidsgevoel in bedrijven blijkt erdoor toe te nemen en er worden grote sommen geld mee bespaard: tot wel twaalf miljoen euro op jaarbasis.

Er wordt gewerkt aan normering op basis van deze methode. En die heeft TNO dan toch maar mooi op haar naam staan.

Een permanent gevecht

Drie grote chemische bedrijven, waar dit probleem al lang speelt, stapten vol verwachting in het cofinancieringsproject. Zij hebben alledrie dezelfde ervaring met 'veilige ploegen': drie keer per etmaal een gevecht met de arbowet, milieuwetten, de CAO, en de onvoorspelbare beschikbaarheid van personeel. De bedrijven hebben hun personeelsbestand afgestemd op wat nodig en wat bedrijfseconomisch verantwoord is.

Drie keer per etmaal schipperen dus, maar vaak met het machteloze gevoel: het zou efficiënter moeten kunnen, maar hoe?

Het hemd van het lijf

TNO kwam met een verrassende aanpak: gewoon vragen stellen. Vragen over het proces en de werkbeleving aan iedereen die daarmee te maken heeft, van schoonmaker tot directeur. Door de objectieve en subjectieve antwoorden te analyseren ontstaat er een exact beeld van de organisatie. Daarmee kan TNO haar advies onderbouwen voor verbeteringen en veranderingen van allerlei aard met als doel veilige ploegen samen te stellen.



65. 4 Wordt naar uw mening het werk van de operators gewaardeerd in het bedrijf?	1 = nauwelijks 2 = gemiddeld 3 = veel
66. 5 Zijn de secundaire arbeidsvoorwaarden (compensatie overwerk, vakantie, etc.) voor operators afdoende?	1 = ja 2 = nee
b. Roosters	
67. 1 Bent u tevreden met werken in ploegdienst (dag-avond-nacht)?	1 = ja 2 = nee
68. 2 Is het mogelijk om vervanging voor zieken te regelen?	1 = altijd 2 = soms 3 = zelden

DAKBEDEKking ALS ZONNECOLLECTOR

Innovatie is vaak een kwestie van de goede vraag stellen. Zo ook in dit geval. Het bedrijf Gebroeders Kooij doet in kunststof dakbedekking en plaatst zonnecollectoren. De vraag was simpel: kan dat niet geïntegreerd worden? Anders gezegd: kan de kunststof dakbedekking niet als zonnecollector dienen?



TNO Bouw en Ondergrond

+

B.V. Gebroeders Kooij

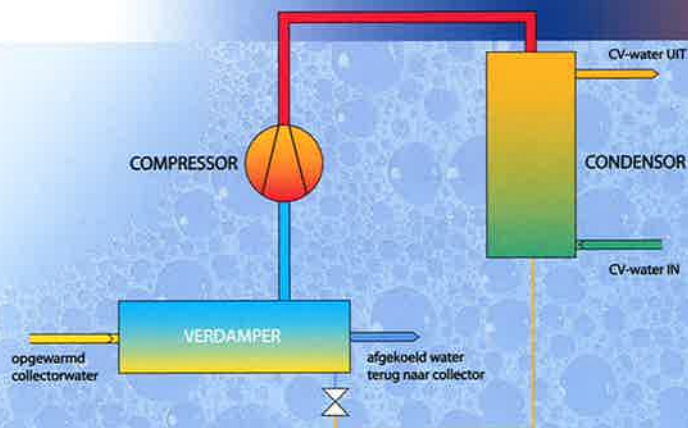


Het bedrijf kwam met het basisidee: een dubbele laag van kunststoffolie met de mogelijkheid om daar water door te laten stromen. Het cofinancieringsproject moest antwoord geven op de vraag of het idee haalbaar was en of en hoe een commercieel aantrekkelijk product gerealiseerd kon worden. Vooruitzichten: zo ongeveer de meest milieuvriendelijke en goedkoopste zonnecollector.

Eenvoud

Vergeleken met bestaande producten is deze collector zeer eenvoudig. Geen glasplaten, géén spectraal-selectieve lagen, géén verschillende metalen. Wel moet het oppervlak van de foliecollector een factor drie groter zijn om dezelfde hoeveelheid warmte te leveren als huidige collectoren dat doen. Maar dat is eigenlijk geen probleem omdat het hele dak gebruikt kan worden.

Met een warmtepomp wordt de warmte aan het collectorwater onttrokken door verdamping van een speciale vloeistof. Deze warmte wordt door compressie en vervolgens condensatie van de vloeistofdamp op een hogere temperatuur afgegeven aan een cv-systeem. Een warmtepomp verbruikt alleen energie voor de compressormotor. Dat is meestal minder dan een kwart van wat een traditioneel ruimteverwarmingssysteem verbruikt.



RUIMTEVERWARMING

Voor ruimteverwarming in combinatie met een cv-ketel is het systeem niet geschikt vanwege de hoge warmteverliezen door het ontbreken van afdekking. Maar als je de ketel vervangt door een warmtepomp blijkt dit nadeel van het systeem ineens zijn voordeel te worden. De collector gaat dan dienen als een warmtewisselaar waarmee dag en nacht warmte uit de omgeving kan worden opgenomen.

Alleen als het water bevriest moet een naverwarmer bijspringen.

HOE WERKT DE FOLIECOLLECTOR?

De collector bestaat uit twee kunststoffolies die aan elkaar zijn gelast. De folies zijn zodanig gevormd dat de sandwich een doorlopend waterkanaal oplevert. Aan de uiteinden bevinden zich aan- en afvoerpijpjes. Bij het naast elkaar plaatsen van de collectoreenheden kunnen de pijpjes met elkaar worden verbonden zodat een geheel ontstaat dat het hele dak bedekt.

Tapwaterverwarming

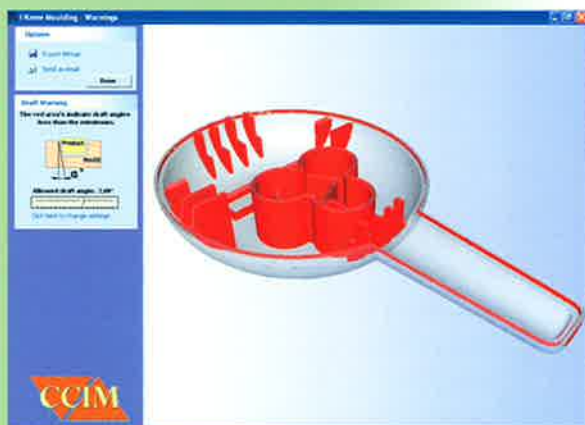
De belangrijkste functies van zonnecollectoren zijn de productie van warm tapwater en het verwarmen van de ruimte. De foliecollector voldoet prima voor het verwarmen van tapwater. Gemeten over een jaar kan het systeem 20-25% van de benodigde energie leveren. Niet alleen de collector blinkt uit door eenvoud, ook de rest van het systeem is relatief simpel. Geen drukbestendig opslagvat (kunststof uitvoering volstaat) en geen beveiliging tegen leegloop of antivries. Het systeem is nagenoeg drukloos en het flexibele folie is bestand tegen bevriezing.

Toekomst

De toekomst voor de foliecollector ziet er zonnig uit. TNO heeft zijn vooraanstaande positie op het gebied van zonnecollectortechnologie verder kunnen versterken.

SPELENDERWIJS MATRIJZEN MAKEN

Je had van die mensen, in de begintijd van de pc. Idolaat van het nieuwe gereedschap schreven ze teksten op hun pc, maakten dankbaar gebruik van de correctiemogelijkheden, schoven alinea's heen en weer, ontdekten 'knippen en plakken' en waren gelukkig. Maar, ze hadden nog geen printer die hun werkstuk op de gewenste wijze op papier kon krijgen en dus pakten ze na gedane arbeid de schrijfmachine en tikten de hele tekst van het beeldscherm over... Geloof het of niet, dat is nog steeds de praktijk in een groot deel van CAD/CAM-land.



TNO Industrie en Techniek

+

Bemet International, BPP Services,

Sapphire Technologies Holland,

Stork, Unilever Nederland, Van Voorden Gieterij

Van product naar productie

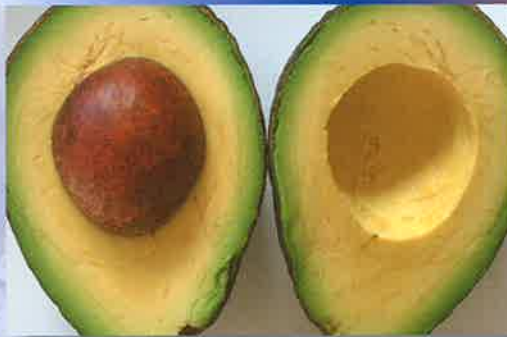
Massafabricage van spuitgietproducten is een voorbeeld van die praktijk. Een productontwikkelaar maakt een ontwerp en een prototype met behulp van de computer. Daarna komt de gereedschapmaker, die op basis van de gegevens van de ontwerper een matrijs moet maken, ook weer met geavanceerde computerprogramma's waarmee hij uiteindelijk zijn machines aanstuurt.

Die omzetting van gegevens gaat voor een belangrijk deel met de hand; dat is tijdrovend, duur en foutgevoelig. Ontwerp en fabricage van dit soort gereedschappen is al decennialang de gewoonste zaak van de wereld, maar elke fase in het proces heeft zijn eigen software en integratie is nog ver te zoeken.

In een ambitieus cofinancieringsproject bouwt TNO de brug tussen productontwikkeling en product in de vorm van 'knowledge based design mould support', een sterk geautomatiseerd systeem waarmee de gebruiker via een grafische user interface de (digitale) productgegevens snel en betrouwbaar kan omzetten naar een matrijs.

Twee werelden

Hoewel de productontwikkelaar en de matrijsenmaker met hetzelfde product bezig zijn, leven zij in verschillende werelden. Daartussen zweeft de wereld van de productieontwikkeling, de transformatie van productontwerp naar productieontwerp. Eén enkel voorbeeld: voor de productontwerper is de vraag of het product makkelijk uit de matrijs te halen is nauwelijks interessant. Maar in de productiefase is



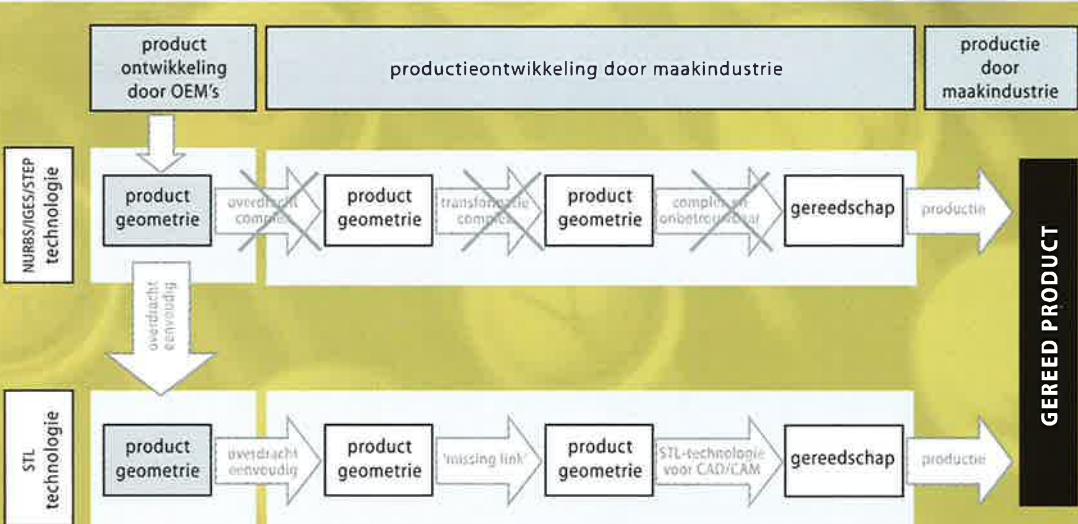
dat juist essentieel en daarom moet dat aspect in het productieontwerp worden meegenomen, samen met allerlei andere productietechnische gegevens.

De kern van de aanpak van TNO is om die zwevende wereld te vangen in een computerprogramma dat de vaak zeer ingewikkelde geometrische gegevens van de verschillende ontwerpprogramma's vertaalt in een eenduidige en eenvoudige productbeschrijving die als basis dient voor het verdere proces. Die tussenstap vindt plaats met een beschrijvingstaal die STL heet, standard triangulation language.

Heilige graal

Vanaf het moment dat de beschrijving van het product eenduidig is, kan de volgende stap worden gezet: een programma dat deze productbeschrijving combineert met productietechnologie, materiaaltechnologie, te gebruiken productietechnieken, etcetera. Dat vereist hoogwaardige kennis op al die gebieden; kennis die voorhanden is en voor een groot deel onder te brengen is in een kennissysteem.

En zie daar: de heilige graal van de gereedschappmaker. Het systeem neemt de gebruiker bij de hand en leidt hem stap voor stap door het productieontwikkelingsproces. Dank zij de ingebakken kennis (die modulair kan worden uitgebreid) behoedt het de gebruiker voor fouten en geeft het aanwijzingen voor het optimaal inzetten van machines en technieken. Het resultaat is overdonderend: in maximaal 25 handelingen kan 80% van de ontwerpen routinematig in een half uurtje worden bewerkt. Uren worden teruggebracht tot minuten en dagen tot uren. Bovendien is de kans op fouten minimaal en krijgt de opdrachtgever wat elke opdrachtgever zich wenst: alles goedkoper, sneller en beter. En overtypen is er niet meer bij.



DE KWALITEIT VAN GLAS ONDER DE LOEP

U levert uw lege bierflesjes altijd keurig in bij de supermarkt. Worden die dan echt opnieuw gebruikt? En als u ze toch een keer in de glasbak gooit, wat gebeurt er dan mee? Hoe vaak heeft u datzelfde flesje al vastgehouden?



Om met het laatste te beginnen: vaak. Misschien niet hetzelfde flesje, maar het glas dat er in verwerkt is zeker. Want hoe gaat dat? Een bierflesje wordt na gebruik schoongespoeld, opnieuw gevuld en voorzien van een nieuw etiket. Als u het flesje steeds na consumptie weer inlevert, gaat dat een keer of twintig goed. Dan is het dof geworden of beschadigd, en ziet u het nooit meer terug. Het wordt niet weggegooid, maar het gaat de glasoven in. Het grootste deel van de grondstof voor nieuw flessenglas is oud glas. Het andere deel bestaat uit zand, soda en kalk. En op die manier komt uw pilsflesje keer op keer weer uw huis binnen.

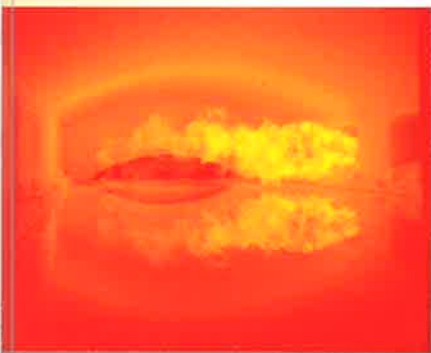
Met het gebruikte glas is de voorspelbaarheid van het eindproduct een stuk moeilijker. Zo zijn er kleurverschillen en allerlei verontreinigingen. Maar toch moet dat pilsflesje straks de beoogde kwaliteit en kleur krijgen. Ontdekt men nu dat het glas ongewenste eigenschappen heeft, dan is dat te corrigeren, maar het kan wel twee dagen duren voordat die correctie effect heeft, want zolang duurt het smeltproces.

Met een systeem dat tijdig afwijkingen signaleert en het effect van veranderingen kan voorspellen, wordt het proces beter beheersbaar en dat scheelt een hoop tijd, geld en energie.

TNO Industrie en Techniek

+

Stichting Nationaal Comité
van de Nederlandse Glasindustrie



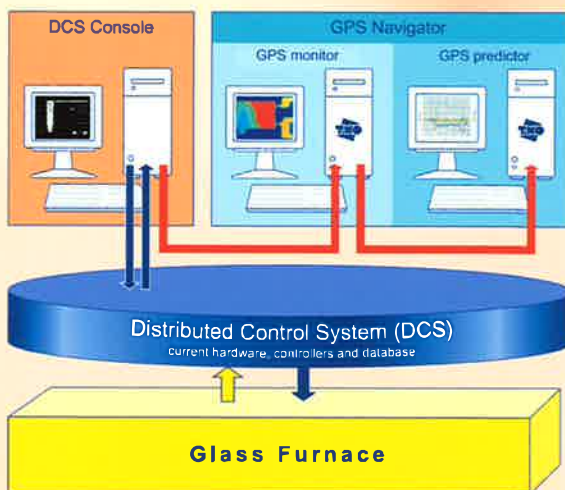
Win-win-win

Het GOSS verbetert de voorspelbaarheid en controleerbaarheid van het proces. Dat leidt tot enorme besparingen. De glasfabrikant verdient de investering binnen een jaar terug. Het milieu is de andere winnaar. De stabiliteit van het proces laat zich direct vertalen in energiebesparing en verminderde uitstoot van broeikasgassen. Bovendien kan het aandeel gebruikt glas verder omhoog, bij een van de cofinanciers zelfs met 92,5%. Dat geeft behalve een besparing op grondstoffen wederom een forse energiebesparing, omdat de energiebehoefte voor gebruikt glas nu eenmaal veel lager is dan die van de samenstellende componenten.

Ook voor TNO is het project zonder meer succesvol. Diverse fabrikanten van containerglas overwegen het GOSS te laten implementeren, maar omdat het systeem ook geschikt is voor andere glaskwaliteiten (tafelglas, beeldschermglas, autoruiten) is het eind nog lang niet in zicht.

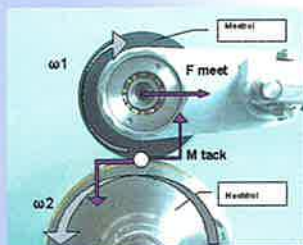
Support System

TNO heeft zo'n systeem ontwikkeld. Dit Glass Operation Support System (GOSS) is een computerprogramma dat op basis van een groot aantal parameters berekent wat er in de smelt gebeurt. Metingen van onder andere de temperatuur en de zuurstofdruk in het glas op verschillende plekken in de oven worden in het model gecombineerd met andere procesparameters, zoals energieverbruik, hoeveelheden van de verschillende componenten en de belasting van de oven. Als er veel organische stoffen met het gebruikte glas uit de glasbak meekomen, dan daalt de zuurstofgraad en kan het glas bruin worden in plaats van groen. Zonder GOSS is het dan een kwestie van ervaring, kennis en afwachten of corrigerende maatregelen inderdaad het gewenste effect hebben. Met het GOSS wordt niet alleen direct duidelijk wat er mis is, het systeem heeft ook een processimulator die aangeeft wat de effecten van maatregelen zijn. Zo weet de operator binnen vijf minuten wat de toestand van en in de oven is over twee dagen.



KLEEFKRACHTMETER VOOR DRUKINKT GOEDKOPER EN BETER

IGT Testing Systems legt zich onder meer toe op de ontwikkeling en productie van apparatuur om de kleeffracht van drukinkt (en andere vloeibare kleurstoffen) te meten. Kleeffracht is medebepalend voor de kwaliteit van drukwerk. In de bestaande apparatuur wordt deze kracht verstoord door een aantal mechanische onvolkomenheden. Bovendien is de huidige generatie kleeffrachtmeters voor veel gebruikers te duur.



Principe van de kleeffrachtmeter.

Honger naar nieuwe ontwerpmethodieken

TNO en IGT vonden elkaar in een project met als doel in relatief korte tijd een goedkopere kleeffrachtmeter te ontwerpen. Het commerciële belang van IGT ging hand in hand met TNO's honger naar nieuwe, efficiënte ontwerpmethodieken voor mechatronische systemen.

HET PRINCIPE VAN DE KLEEFKRACHTMETER

De kracht die nodig is om de meetrol op zijn plaats te houden bij een aangedreven hoofdrol is bepalend voor de kleeffracht van de inkt, die zich tussen de twee rollen bevindt.

TNO Industrie en Techniek

+

IGT Testing Systems



Simulatie

De crux zit in de toepassing van nieuwe simulatie-technieken. Daarmee kunnen alle elektronische en mechanische componenten worden bepaald en zelfs getest op effectiviteit. Voordat er ook maar één stuk hardware en software moet worden ontwikkeld, is het nieuwe apparaat al klaar. Een fysiek prototype kan dan snel worden gerealiseerd omdat de specificaties van de onderdelen tot in detail bekend zijn.

Helpt goedkoper

Vlug en voordelig dus: samen met andere kostenbesparingen (op onder andere de nieuwe motor en het uitlijnsysteem) leidt het ontwerp tot een nieuwe kleefkrachtmeter die ongeveer de helft goedkoper is dan de bestaande versie. Dankzij deze ontwerp-methode en vooral de mogelijkheid van de parallelle productie van onderdelen wordt zoveel tijd bespaard, dat de hele ontwikkeling van een prototype binnen twintig weken is voltooid.

Bonus

TNO heeft met deze case aangetoond dat complexe apparaten met behulp van simulatiemodellen aanzienlijk sneller en goedkoper kunnen worden ontworpen dan voorheen. De gebruikte methodieken en ontwikkelde hulpmiddelen worden toegepast in andere mechatronische ontwikkelingsprojecten. En als 'bonus' tenslotte heeft IGT TNO opdracht gegeven om nog tien stuks van de kleefkrachtmeter te maken.



'Werkend' simulatiemodel.



Prototype van de kleefkrachtmeter.

INTEGRALE SYSTEEMBENADERING LEIDT TOT ENERGIEBESPARING

De afgelopen jaren is aanzienlijke vooruitgang geboekt op het gebied van het binnenklimaat in de gebouwde omgeving, vaak in combinatie met een efficiënter energiegebruik. We hebben nu 'smart buildings', klimaatbeheerssystemen, efficiënte verwarming en koeling, noem maar op. Maar ondanks alle hoogwaardige technologie is nog altijd veel winst te behalen. Niet zozeer door verbeterde apparatuur en/of programmatuur, maar vooral door een betere onderlinge afstemming ervan. TNO en VABI hebben daartoe een aanzet gegeven met het IGI-simulatieprogramma.



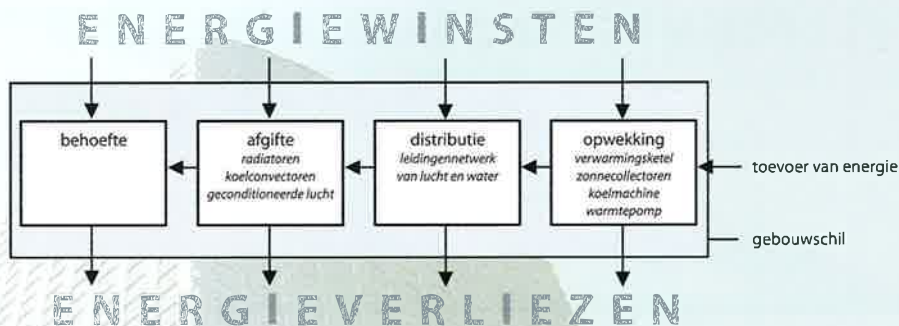
Koude wind, hete zon

De uitdaging die hier aan de orde is laat zich het beste illustreren aan de hand van een uit het leven gegrepen voorbeeld. Niet zelden staat in een gebouw zowel de verwarming als de koeling aan. De koude noordenwind vraagt aan de noordzijde om verwarming terwijl aan de zuidzijde de felle zon koeling noodzakelijk maakt. Het resultaat: verliezen die elkaar binnenshuis zouden kunnen compenseren. Het slimmer omgaan met dit soort omstandigheden vereist dat systemen en programma's met elkaar kunnen communiceren. Zolang dat niet het geval is zullen de individuele systemen hun eigen logica volgen.

TNO Bouw en Ondergrond

+

VABI



Schema van de vier processen.

Simulatie van deelprocessen

Het cofinancieringsproject IGI (Integratie van Gebouw en Installaties) moest een oplossing bieden voor dit type problemen. Er is een simulatieprogramma ontwikkeld waarmee een gedetailleerd inzicht wordt verkregen in de energiehuishouding van een gebouw. Kernelementen van het model zijn: behoefte, afgifte, distributie en opwekking. Elk wordt beschouwd als een deelproces binnen het totale systeem. Tussen de deelprocessen vindt interactie plaats. Het simulatieprogramma bevat van elk deelproces de karakteristieke informatie alsmede de informatie die de interactie beschrijft.



IEA-werk en TNO

Met het simulatiemodel kan de gebruiker van het model precies zien waar onder bepaalde condities efficiency in het energiegebruik te behalen valt. In een later stadium kan worden aangegeven hoe dat het beste kan gebeuren. Voor installatiebedrijven een zeer nuttig product, voor TNO nieuwe kennis op een gebied waar TNO al lang toonaangevend is: binnenklimaat en energiegebruik. Het project heeft ertoe geleid dat TNO nu betrokken is bij de ontwikkeling van het zogenoemde EDR-systeem, Energie Diagnose Referentie-systeem. Grote opdrachtgevers zullen steeds vaker een EDR-verklaring gaan eisen voor de bij het ontwerp toegepaste software als waarborg voor een adequaat binnenklimaatstelsel. Het Internationale Energie Agentschap ontwikkelt gestandaardiseerde testmethoden van energiebesparingsmaatregelen. Op grond van haar expertise is TNO gevraagd te participeren in dit ontwikkelingstraject.



EEN INTELLIGENTE PACEMAKER

Een moderne pacemaker is een intelligent high-tech-apparaat. Het kijkt of het hart van de patiënt zelf actief is en op tijd werkt, en geeft een pulsje af als dat niet zo is. Als het ritme niet meer klopt, dan grijpt de pacemaker in. En als het hart niet reageert op een pulsje, dan probeert de pacemaker het met een grotere puls. Pacemakers worden beter en beter, en TNO draagt daaraan haar steentje bij.

De pacemaker als informatiebron

TNO kan de pompwerking van het hart karakteriseren op basis van een continue uitwendige bloeddrukmeting. Nu heeft Vitatron een pacemaker op de markt gebracht waarmee inwendige elektrische signalen (ECG) van de hartspier buiten het lichaam kunnen worden weergegeven. Dat geeft TNO de kans om te onderzoeken of die methode van karakteriseren gecombineerd kan worden met de signalen van de pacemaker. En wel zo dat een pacemaker op basis van de eigen gegevens geoptimaliseerd kan worden, dus zonder die continue bloeddrukmeting. Maar ook als dat niet lukt, en er dus een echte externe bloeddrukmeting nodig blijft, kan het onderzoek de gegevens opleveren voor een methode om de individuele afregeling van pacemakers te verbeteren. De cardioloog kan dan bij wijze van spreken tijdens een controlebezoek van de patiënt aan de knoppen draaien en het effect op de output van het hart op een beeldscherm volgen.

TNO Industrie en Techniek

+

Vitatron

Kennis opbouwen

Cofinancieringsprojecten als deze leveren vooral kennis op. Bij TNO, het bedrijfsleven en de gezondheidszorg. TNO kan haar kennis doorgeven aan de markt, en gelijktijdig nieuwe kennis opbouwen die leidt tot een beter begrip van de eigenschappen van een ziek hart. Dat levert dan weer nieuwe inzichten en rekenmodellen op die een beter beeld geven van de hemodynamische aspecten van hartfalen – kennis die zijn weg vervolgt naar de medische technologie.

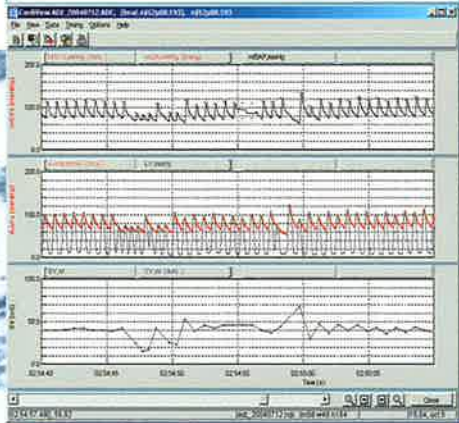
DE WERKING VAN EEN PACEMAKER

Normaal trekt de hartspier samen onder invloed van elektrische prikkels die opgewekt worden in de natuurlijke pacemaker van het hart, de sinusknoop. Vanuit die sinusknoop wordt de prikkel verder geleid over het hart. Daar gaat het in een ziek hart vaak mis; de voortgeleiding van het signaal functioneert niet goed meer. Krijgt een patiënt met zo'n geleidingsstoornis een pacemaker, dan worden er doorgaans twee elektroden aangebracht: een meetelektrode en een sturelektrode. De meetelektrode registreert of en wanneer de sinusknoop een puls afgeeft en geeft dus informatie over de hartfunctie en het hartritme. De sturelektrode komt voorbij het punt waar de voortgeleiding hapert en geeft daar een pulsje af onder regie van de pacemaker.



BLOEDDRUK EN SLAGVOLUME

Hoe een bloeddrukmeting vertaald kan worden in informatie over de output van het hart, is in de grafiek te zien. In de bovenste strook is de uitwendig gemeten bloeddruk van een patiënt met hartritmestoornissen te zien; de middelste strook geeft de inwendig gemeten druk in de linker hartkamer (grijs) en de aorta (rood) van diezelfde patiënt en de onderste strook toont het berekende slagvolume van de linker hartkamer voor iedere hartslag. Het effect van de hartritmestoornissen op de output is evident. Op dezelfde manier beïnvloeden de instellingen van een pacemaker het slagvolume van de hartkamers.



BETER INZICHT IN HET ASSEMBLAGEPROCES

De vraag luidde: 'Wat kost de assemblage van een machine?'

Voor machinebouwers is het berekenen van de assemblagekosten een belangrijke kwestie. Als het echter gaat om complexe of unieke apparaten blijkt het moeilijk om in het offertestadium tot een betrouwbaar inzicht in die kosten en de levertijd te komen. Een speciaal opgetuigd R&D-project heeft nog niet de beoogde calculatiemethode opgeleverd, maar wel heel veel nuttige kennis en een groep zeer tevreden cofinancieringspartners.



Het project betreft machines die worden toegepast in de agrarische en voedingsmiddelenindustrie en ook machines om transportmiddelen en grafische producten mee te fabriceren. De assemblage van dit soort machines vergt vaak vele honderden manuren, oftewel tienduizenden euro's. Een juiste raming van de kosten is van cruciaal belang voor de leverancier. Schat hij de kosten te hoog dan prijst hij zich uit de markt, zit hij te laag dan lijdt hij verlies.



TNO Industrie en Techniek
+
Compas, Van Wees Waalwijk,
Markhorst Holland, Philips Medical Systems
Smit Transformatoren, Sellas Holland,
Van Dam Machine

Onderste steen

Op grond van een uitgebreide analyse van bestaande werkwijzen is TNO gekomen met een methodiek die zijn nut heeft bewezen, zij het voor een ander dan het beoogde doel. Kennis over en inzicht in productietijden en doorlooptijden worden gebruikt om ontwerpen aan te kunnen passen of alternatieven te introduceren. Deze informatie kan vervolgens worden benut bij de calculatie van nieuwe opdrachten. Sommige deelnemers aan het project hebben hun werkwijze ingrijpend herzien. Resultaat: een snellere en goedkopere afhandeling van orders en kwalitatief betere producten. De cofinanciers zijn met deze kennis, waarmee zij tezamen naar schatting ruim 6 miljoen euro besparen, dik tevreden.

Voor TNO is bij cofinanciering een tevreden klant niet het enige criterium voor het welslagen van een project. En hoewel de opgedane kennis ook voor TNO voor een groot deel voorziet in de behoefte, gaat ze nog even door met het onderzoek, tot ook de onderste steen boven komt.

ANDER DOEL, DEZELFDE KENNIS

De kennis die nodig is voor een betrouwbare calculatiemethode is eigenlijk dezelfde kennis die TNO zoekt om het proces van efficiënt en effectief assembleren te kunnen beheersen. En zo kwamen zes machinebouwers, geen concurrenten, samen met TNO tot een R&D-project met als doel een methodiek te ontwikkelen waarmee op basis van een globaal productontwerp in korte tijd een betrouwbare calculatie van de assemblagekosten kan worden gemaakt.

ZONNECOMBI ZONDER ZON GETEST

Je maakt van oudsher cv-ketels en je wilt een nieuw product in de markt zetten: een combinatie van een zonneboiler en een combiketel. Een zonnecombi dus. Of je maakt computerprogramma's voor de energieberekening van gebouwen en installaties en je krijgt steeds vaker de vraag naar een methode om de bijdrage van zonnewarmte aan tapwater én cv-water te berekenen.

Of je bent TNO en je speelt een voorhoederol in de kennisontwikkeling op het gebied van zonnewarmte, en je wilt voorop blijven lopen om de industriële ontwikkeling te kunnen ondersteunen.



TNO Bouw en Ondergrond

+

Atag Verwarming, Daalderop,

VABI, ZENSolar

Allemaal zit je met de vraag hoe je de opbrengst van zo'n zonnecombi moet beoordelen. Voor zonneboilers en cv-ketels zijn er testprocedures, normen en certificaten. Voor zonnecombi's niet. Toch heb je betrouwbare besparingscijfers nodig om je nieuwe product in de markt te kunnen zetten. Wat doe je dan? Je bundelt je krachten in een co-financieringsproject en maakt een testmethode voor zonnecombi's, waarmee alle vragen in een klap beantwoord kunnen worden.





Standaard Europese testmethode

De nieuwe testmethode van TNO is opgesteld als een norm, en de verwachting is dat zij in de nieuwe Europese normen op dit gebied wordt opgenomen en dus een standaard testmethode wordt voor heel Europa. De EU voorziet een gestage groei van de zonnecombimarkt, met al in 2010 een afzet van zo'n 120.000 stuks per jaar. Dat lijkt bescheiden, maar voor een zo nieuw product in een nog nauwelijks ontwikkelde markt is dat toch al vrij snel en vrij veel. Nederlandse fabrikanten maken dankbaar gebruik van de nieuwe testmethode van TNO als ondersteuning van hun productontwikkeling en om de prestatie van hun product ondubbelzinnig vast te laten stellen. Ze staan klaar om de Europese markt te veroveren.

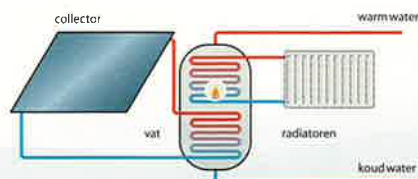
Betrouwbare metingen

Om te laten zien dat je product goed is moet je onder weerlegbare cijfers kunnen tonen waaruit dat blijkt. En dat kan met de nieuwe testprocedure voor de karakterisering van zonnecombi's. In de testprocedure krijgt de zonnecombi een hele jaarcyclus te verwerken. Winter, zomer, koud en bewolkt, warm en zonnig – alle omstandigheden passeren in zes dagen de revue. In relatie daarmee worden het warmteaanbod van de zon en de warmteafname van huis en bewoners gesimuleerd; maar de zonnecombi zelf moet écht aan het werk. Uiteindelijk mondt dat uit in een prestatiegetal dat aangeeft hoeveel de zonnecombi jaarlijks aan energie bespaart ten opzichte van een gewone cv-ketel.

WAT IS EEN ZONNECOMBI

Een zonnecombi is een warmwatertoestel en cv-ketel ineen. De zon verwarmt via een zonnecollector het water in een groot voorraadvat, dat zijn warmte afgeeft aan het tapwater en het cv-water. Is de warmtevraag groter dan wat de 'boiler' kan leveren, dan springt een mogelijk geïntegreerde gasbrander bij.

Zonnecombi's hebben niet alleen evidente milieuvordelen (energiebesparing, CO₂-beperking), maar ze zijn ook comfortabel: een lekker sterke waterstraal, en aangename zonnewarmte in huis in het voor- en naseizoen.



CHAMPIGNON WORDT CHAMPION

Conserveren van groenten is een proces dat zonder noemenswaardige veranderingen al jaren op dezelfde manier gaat: inblikken en door verhitting steriliseren. Dit proces kost veel water en energie en leidt voor bijvoorbeeld champignons tot substantieel gewichtsverlies. Voor worteltjes en sperzieboontjes is er sprake van kwaliteitsverlies. 'Overprocessing' heet dat in het jargon en dit ongewenste fenomeen kan worden tegengegaan door de producten in niet-verpakte vorm te steriliseren. Als dat lukt gaat er een nieuwe wereld open voor de hele conservenbranche, met inbegrip van het verpakken van conserven.

In Nederland worden jaarlijks
140.000 ton champignons
geconserveerd.



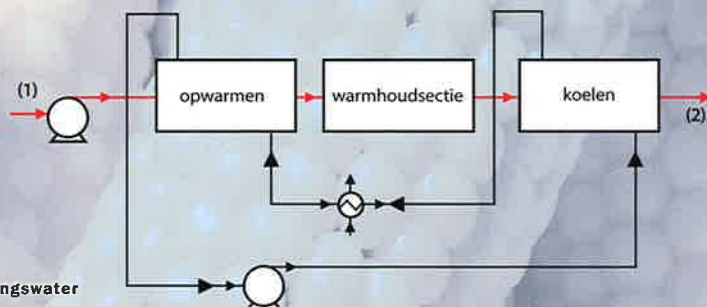
TNO Kwaliteit van Leven

+

Productschap Tuinbouw

HTST

HTST (high temperature, short time) is de toverspreuk voor de nieuwe manier van conserveren. Het gaat om een warmte-shot, heet en lang genoeg om bacteriën te doden maar weer niet zo heet of zo lang dat de kwaliteit en het gewicht van het voedsel worden beïnvloed. De methode werd al toegepast bij de conservering van dranken, maar voor vaste levensmiddelen is HTST een veel complexer proces. Temeer omdat naast behoud van kwaliteit en gewicht geen concessies gedaan mogen worden aan de andere eigenschappen van geconserveerd voedsel, zoals houdbaarheidsduur en veiligheid.



— productflow
 (1) Voeding van product in water
 (2) Gesteriliseerd product richting sterieltank

— circulerend koel- en verwarmingswater

TNO-PATENT VOOR DE APPARATUUR

Voor het proces en het ontwerp van de bijbehorende apparatuur is voortgeborduurd op een al bestaand patent van TNO dat – eenvoudig gezegd – voorziet in een systeem met buizenwarmtewisselaars. Dit patent blijkt hiervoor zó op het lijf geschreven dat de industrie die de apparatuur straks gaat bouwen, er haast niet meer omheen kan.

Champignons

Door verschillende combinaties van temperatuur en tijdsduur in te stellen en daarbij telkens de smaak, kleur, textuur en gewicht te beoordelen, kwam als vanzelf de optimale HTST uit de bus. Of beter uit het speciaal ontwikkelde conserveringsbad. Want een andere vraag bij het onderzoeksproject was: hoe moet het HTST-proces exact verlopen en wat voor apparatuur heb je daarvoor nodig.

Verdubbeling rendement

Het resultaat van HTST-toepassing op champignons is verbluffend. Het geschatte economische rendement – besparing op energie, water en arbeidskosten én beperking van gewichtsverlies tezamen – verdubbelt ten opzichte van bestaande methoden. Een bijkomend voordeel betreft nieuwe verpakkingsmogelijkheden, omdat met HTST de onverpakte producten worden gesteriliseerd.

De branche kan even vooruit met deze kennis, die overigens niet per se is voorbehouden aan champignons. De hele conservenindustrie kan er dus haar voordeel mee doen.

TNO heeft nieuwe kennis verworven over HTST-toepassingen, is zeker van een aantal vervolgopectrachten en heeft en passant een patent weten te verzilveren.

Proefinstallatie en buizenwarmtewisselaar op basis van TNO-patent.



SPUITGIETEN MET ALUMINIUM MATRIJZEN

Voor heel kleine series spuitgietproducten, zeg duizend relatiegeschenken, worden aluminium matrijzen gebruikt. Relatief goedkoop materiaal, makkelijk en snel te verspanen. Voor grote series, bijvoorbeeld een miljoen schroefdoppen, worden matrijzen van gereedschapsstaal gebruikt. Sterk en duurzaam. Maar wat te doen met een middelgrote serie: twintigduizend lunchdoosjes?



SLIJTAGE IS WAAR HET OM DRAAIT

Op zich zijn gangbare aluminiumlegeringen ongeschikt voor spuitgietmatrijzen. Aluminium is erg zacht, waardoor de matrijzen snel slijten. Er is injectieslijtage door de eroderende werking van vulmiddelen, sluitvlakslijtage door het herhaaldelijk openen en sluiten van de matrijzen, en adhesieve slijtage waar twee oppervlakken in glijdend contact komen. De foto's laten het resultaat van slijtproeven met beschermende coatings zien.

Aluminium met de kwaliteit van staal

Voor middelgrote series spuitgietproducten worden vaak dure stalen matrijzen gebruikt; veel sterker en duurzamer dan nodig. Aluminium matrijzen zijn weliswaar goedkoper, maar niet duurzaam genoeg. En dat terwijl de vraag naar kleine series toeneemt en de prijzen en levertijden onder druk staan.

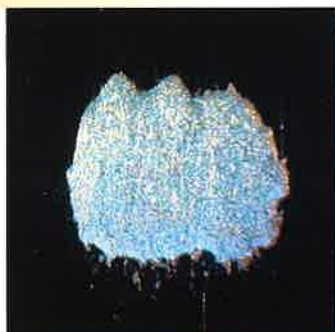
Als de matrijzenbouwers in staat zijn de materiaal-kosten en de verwerkingssnelheid op het niveau van aluminium matrijzen te brengen en de duurzaamheid op het niveau van stalen matrijzen, dan kan de Nederlandse spuitgietindustrie weer vooruit. Met die boodschap is TNO met een consortium van twaalf bedrijven aan de slag gegaan.

TNO Industrie en Techniek

+

Dollwin Tooling,

Technische Industrie W.J. van der Sar
en andere



Oppervlak DLC-coating op aluminium na slijtagebeproeving met smeltslak.

De juiste coating

Na een jaar van experimenteren kon TNO een duidelijke conclusie presenteren: de duurzaamheid van aluminium matrijzen kan aanzienlijk worden verbeterd als ze worden voorzien van de juiste coating. En daar zit 'm de kneep. De keuze van materiaal en coating bleek sterk afhankelijk van allerlei factoren, zoals de producttolerantie, de gebruikte kunststof, de geometrie van het product, en natuurlijk de seriegrootte.



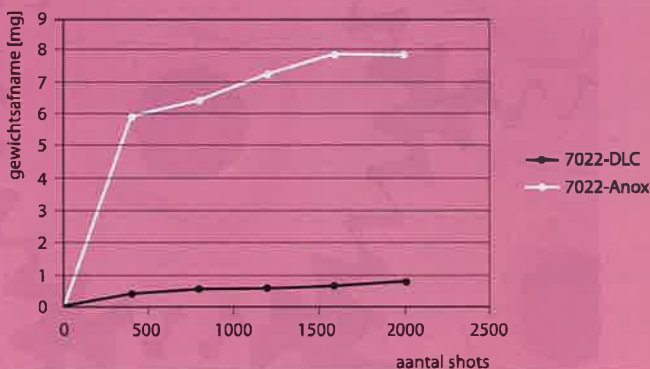
Oppervlak Niram-coating op aluminium na slijtagebeproeving met smeltslak.

Erosieve slijtage van een aluminiumlegering met DLC-coating versus hardgeanodiseerde aluminium.

Het antwoord op de vraag naar snel te leveren goedkope matrijzen was dus gevonden, maar daarmee kreeg de matrijzenbouwer een woud van materiaalcoatingcombinaties. Om daaruit de juiste combinatie te kunnen selecteren, heeft TNO een eenvoudig Excel-programma gemaakt dat aan de hand van een aantal vragen het adequate matrijsmateriaal bepaalt. Dat kan nog steeds staal zijn, maar ook aluminium of gecoat aluminium met vermelding van de meest geschikte coating.

Duurzame resultaten

De nieuw ontwikkelde technologie is inmiddels bij de Nederlandse spuitgietindustrie geïntroduceerd en de eerste resultaten mogen er zijn. De opgebouwde kennis geeft de deelnemers duidelijk een voor-sprong plus een economisch voordeel. De verwachting is dat hun gezamenlijke kostenbesparing bijna een miljoen euro bedraagt en zij nog eens een dergelijke som aan extra jaarlijkse omzet gaan boeken. En ook TNO heeft profijt van het onderzoek. Niet alleen is er specifieke kennis opgebouwd die in een andere toepassing in een andere omgeving inzetbaar is, ook zijn er de duurzame contacten met een tevreden bedrijfstak die aan den lijve heeft ondervonden dat doelgericht toegepast wetenschappelijk onderzoek tot commercieel aantrekkelijke resultaten leidt.



ENERGIEBESPARING EN MILIEUWINST BIJ CEMENTPRODUCTIE

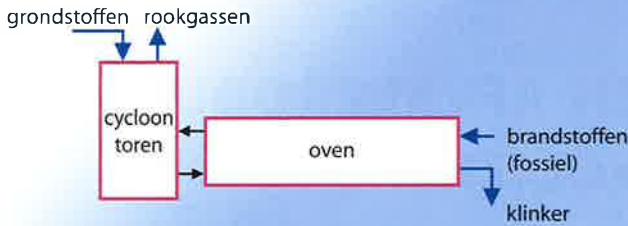
Cement is onmisbaar in de samenstelling van beton. En omdat er nogal wat beton omgaat in de bouw en infrastructuur, zijn de hoeveelheden cement die jaarlijks worden geproduceerd ook niet onaanzienlijk. Het – thermische – productieproces vraagt naast grondstoffen veel energie, met name om het halffabrikaat cementklinker te verkrijgen. De energiekosten daarvoor bedragen ruwweg eenderde van de productiekosten. Substitutie van de fossiele brand- en grondstoffen door duurzame alternatieven levert aanzienlijk minder milieubelasting op. Het gebruik van deze alternatieven kan echter een negatieve invloed hebben op de bedrijfsvoering, de productiecapaciteit en – paradoxaal genoeg – de emissies.

Ambitieuw project

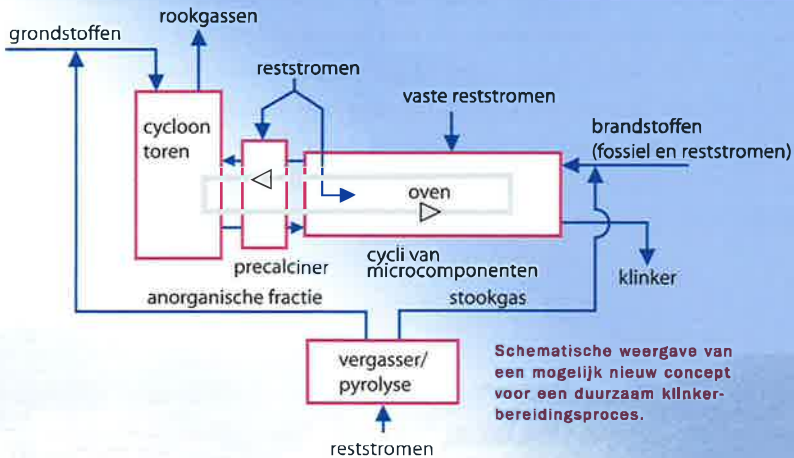
Met de hiervoor beschreven problematiek voor ogen kwamen TNO en cementproducent ENCI tot een ambitieus project om te bezien hoe dat allemaal anders kan. En óf dat kan. Zo is men erin geslaagd de NO_x -emissie te halveren en regelstrategieën te ontwerpen voor een duurzame oven met maximale inzet van reststoffen. Dat is geen geringe stap op weg naar een nul-emissieconcept. Ook beheerst men – op papier – het proces bij gebruik van diverse alternatieve brandstoffen, uiteenlopend van autobanden tot nat afval. Dankzij simulatiemodellen is bovendien bekend wat er aan neven-emissies ontstaat wanneer een procesgeïntegreerd De NO_x -systeem wordt toegepast. Met al deze kennis kan nu een duurzaam productieproces voor cementklinkers en de daarvoor benodigde cementoven worden ontworpen.



Om het proces te kunnen beheersen moet je precies weten wat er gebeurt. Wat is de temperatuur en wat voor gassen ontstaan er? Alleen, hoe meet je dat; geen sensor houdt het uit bij 2.000 °C. Dat bracht TNO tot de ontwikkeling van zogenaamde 'soft-sensors'. Daarmee worden op basis van een rekenmodel en wél-meetbare parameters betrouwbare schattingen gemaakt.



Huidig klinkerbereidingsproces (vereenvoudigd).



Schematische weergave van een mogelijk nieuw concept voor een duurzaam klinkerbereidingsproces.

Profijt van de verkregen kennis

Ten tijde van het cofinancieringsproject werd bekend gemaakt dat de cementoven van ENCI eind 2009 mogelijk zal sluiten. In dat geval zullen de resultaten van het project ten goede komen aan zusterorganisaties van ENCI met soortgelijke ovens.

Kennis voor andere thermische processen

Het project heeft voor TNO onder meer kennis opgeleverd op het gebied van het (her)ontwerpen van installaties op basis van modellering van processen. Niet alleen voor klinkerbereiding maar vooral met betrekking tot de in Nederland veel meer voorkomende aanverwante thermische processen als afval- en biomassaverbranding en hoge-temperatuur productieprocessen is deze opgebouwde kennis van strategische waarde.

TNO Industrie en Techniek

+

ENCI

AFGESCHREVEN AFVALPRODUCT KAN WAARDEVOL ZIJN

De schillenboer wist het natuurlijk al: aardappelschillen hebben waarde. Inderdaad, de varkens worden er nog steeds vet van, maar je kunt er méér mee. Samen met de fabrikant van diervoedingsproducten B.V. Duynie uit Alphen aan den Rijn heeft TNO een nieuwe mogelijkheid gevonden om de aardappelschil te gelde te maken. Een mooie opsteker voor Duynie en perspectieven voor andere onbruikbaar gewaande afvalproducten in de voedingssector.

Technologische oplossing voor economisch probleem

Duynie betreft sinds jaar en dag aardappelschillen van het moederbedrijf, de aardappelgigant AVIKO, om veevoeder van te maken. Sinds enige tijd staat deze markt om verschillende redenen onder druk en in de concurrentiestrijd dreigt de aardappelschil het te verliezen van andere producten. Dat komt onder meer omdat de voedingswaarde van de schil naar verhouding beperkt is. De in de schil aanwezige kurkachtige vezel is wat dat betreft de boosdoener. Vandaar dat Duynie op zoek is naar andere toepassingsmogelijkheden voor de schil.



TNO Kwaliteit van Leven

+

B.V. Duynie



RESULTATEN SAMENSTELLEN PLAAT

Uiteindelijk werden met de volgende combinatie de 2 beste resultaten bereikt:

- 500 gr kurkfractie
- 400 gr waterglas
- persdruk van 30 ton
- drogen in de stoof bij 70 °C

Goed voorbeeld doet volgen

Het aardappelschilproject betekent een mijlpaal in het brede TNO-onderzoek naar de verwerking en toepassing van niet-verteerbare vezels. Vaak hebben de vezels van een restproduct geen waarde wegens gebrek aan toepassingen. De aangetoonde waarde van de aardappelkurk biedt perspectieven voor bijvoorbeeld het wandmateriaal van de gistcel en bierbostel uit de brouwerij. In tweede instantie komt ongetwijfeld nog een reeks andere biomaterialen aan de beurt.

Van de nood een deugd

TNO kende de problematiek al uit eerder onderzoek en stelde voor om in een nieuw project niet de eetbare bestanddelen, maar juist de onverteerbare kurkvezel als onderwerp van research te kiezen.

Dat bracht een aantal zeer interessante eigenschappen aan het licht: de vezel bleek veerkrachtig, elastisch, onbrandbaar en ongevoelig voor water. Zulke eigenschappen maken de schil potentieel geschikt voor verschillende materialen. De mogelijkheden zijn onderzocht en daaruit kwam het gebruik in plaatmateriaal duidelijk naar voren. Door een juiste verhouding van aardappelkurk (maar liefst 50%), lijm en toeslagstoffen is een combiplaat gerealiseerd die stootvast, flexibel en waterafstotend is. De plaat heeft bovendien uitstekende brandwerende eigenschappen: klasse 1 voor brandoverslag en klasse 2 voor branduitbreiding. Duynie zal nooit vermoed hebben leverancier voor bouwmaterialen te worden, maar toch ligt daar een mooie toekomst in het verschiet.

RESULTATEN EN CONCLUSIE VAN DE ORIËNTERENDE BRANDPROEVEN

- door de juiste combinatie van aardappelkurkfractie, lijm en toeslagstoffen is een combiplaat te maken met goede brandwerende eigenschappen.
- brandoverslag valt in klasse 1
- branduitbreiding valt in klasse 2
- met enkele aanpassingen kan het product nog verder verbeterd worden.



KOELEN MET CO₂

Koeling vindt tot op heden vooral plaats met behulp van synthetische koudemiddelen, maar daaraan kleven nogal wat bezwaren vanwege het grote broeikas effect van deze middelen. Daardoor lijkt de toepassing van natuurlijke koudemiddelen, zoals CO₂ al gauw aantrekkelijk. Het broeikas effect daarvan is tot enkele duizenden malen kleiner. Samen met een consortium van koeltechnische bedrijven onderzoekt TNO daarom de perspectieven voor CO₂.



Proefinstallatie

Eind 2000 werd een industriële proefinstallatie in gebruik genomen waarmee TNO al snel een positief oordeel kon vellen over de toepasbaarheid van CO₂ als koudemiddel voor verschillende doeleinden. De installatie was zo ontworpen dat met het omzetten van enkele afsluiters vier verschillende installatievarianten onderzocht konden worden.

Het resultaat was zo vernieuwend dat het consortium voor het project de tweejaarlijkse NVKL Koel-trofee ontving, een in de branche prestigieuze innovatieprijs.

Met enkele subsidiemogelijkheden als steuntje in de rug, worden nu in vlot tempo koelinstallaties vervangen door CO₂-systemen. Dat gaat van invrieslijnen in de voedingsmiddelenindustrie tot koel- en vrieshuizen in de transportsector. Een groot deel van de industriële vriesmarkt gaat nu voor CO₂. Het onderzoek heeft daarmee in slechts enkele jaren al flink wat vruchten afgeworpen.

TNO Industrie en Techniek

+

Danfoss, Goedhart Cooling Equipment,
GTI Koudetechniek, Handelsbureau Wijbenga,
Konings Lubrication Technology



NATUURLIJKE MIDDELEN

Kooldioxide (CO_2) behoort samen met ammoniak, lucht, water en koolwaterstoffen (b.v. propaan) tot de natuurlijke koudemiddelen. Deze kenmerken zich door goede thermodynamische eigenschappen, geen aantasting van de ozonlaag, nauwelijks of geen broeikas effect en een lage prijs. Naast de goede thermodynamische eigenschappen heeft CO_2 nog wat voordelen: het is niet brandbaar, niet giftig, niet explosief en het heeft een relatief grote koudecapaciteit.

Kunstijsbanen

Een andere toepassingsmogelijkheid van CO_2 is het koelen van kunstijsbanen. Bijna de helft van de kunstijsbanen in Nederland wordt nu nog gekoeld met ammoniak. Daarvoor is veel ammoniak nodig, dat – hoewel het een natuurlijk koudemiddel is – wel giftig is. In het externe veiligheidsbeleid van VROM wordt hier daarom speciale aandacht aan besteed, met een strenge regelgeving als gevolg. Toepassing van CO_2 in een kunstijsbaan reduceert de hoeveelheid ammoniak met zo'n 90%.

Appels en peren

CO_2 -koelsystemen helpen de industrie ook aan een betere exportpositie. De Nederlandse koudetechniek heeft een sterke positie in het koelen van appels en peren. Met kant-en-klare CO_2 -oplossingen kan de koudetechnische branche die positie versterken in landen die nu overgaan tot het verbieden en terugdringen van andere koudemiddelen.

En TNO? TNO kan dankzij dit soort projecten haar positie als een van de leidinggevende onderzoeksinstituten in Europa op het gebied van de koeltechniek verder uitbouwen.

SYNTHETISCHE KOELMIDDELEN

Gangbare synthetische koelmiddelen zijn cfk's, hcfc's en hfk's. Als die middelen vrijkomen, is dat schadelijk voor het milieu. Nu zijn grote koelsystemen weliswaar behoorlijk lekdicht – de wettelijke eisen daartoe waarborgen dat voldoende – maar over de hele linie lekte in 1999 nog zo'n 5% van de gebruikte koudemiddelen weg. Vrijkomende cfk's en hcfc's zijn berucht omdat ze de ozonlaag aantasten en hfk's zijn broeikasgassen die tot 4.000 keer zo veel effect hebben als CO_2 .

DRAADLOZE ICT AAN BOORD VAN SCHEPEN

Op schepen is het nu nog vrijwel ondoenlijk om een draadloos netwerk op te zetten. Dat komt door de vele metalen wanden die radiosignalen verzwakken en reflecteren. Toch zouden juist op schepen draadloze netwerken een uitkomst bieden. Daar is dringend behoefte aan geautomatiseerde diensten met een zeer hoge mate van betrouwbaarheid en mobiliteit.



Draadloos, mobiel en robuust

Zowel de civiele scheepvaart als de Koninklijke Marine hebben behoefte aan systemen die overal op een schip werkzaam zijn en in weer en wind blijven functioneren. Die systemen moeten dus draadloos zijn, mobiel en vooral ook robuust. Dat laatste betekent dat ze ook moeten blijven werken bij calamiteiten en, sterker nog, inzetbaar moeten zijn bij het bestrijden ervan. Denk aan aanvaringen, brand, explosies en sabotage. Met de huidige systemen is de communicatie- en informatieoverdracht niet overal op een schip gegarandeerd. Bovendien zijn de huidige systemen duur; de bekabeling en het onderhoud kosten handenvol geld.

Twee achterliggende vragen

Er bestaat in de markt een duidelijke voorkeur voor een oplossing waarbij alle communicatie en informatie over één netwerk loopt. Het systeem moet bij voorkeur ook zoveel intelligentie bezitten dat het in voorkomende gevallen ook autonome beslissingen kan nemen. Ten slotte moet het kosten besparen door efficiëntere bedrijfsvoering en minder bekabeling.

TNO Informatie- en Communicatietechnologie

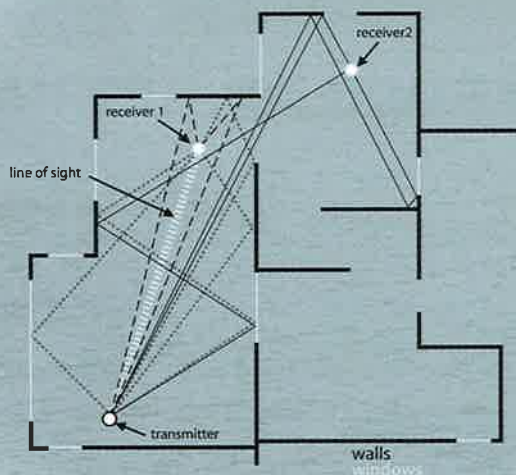
TNO Defensie en Veiligheid

+

Imtech Marine & Offshore,

Philips Business Communications,

Royal Schelde Group, Naval Ship Building



Oplossingen rond 2010 verwacht

TNO heeft op een aantal sleuteltechnologieën in dit project de afgelopen jaren veel kennis ontwikkeld. Dat neemt niet weg dat de technologische opgave bijzonder zwaar is. Prognoses van buitenlandse deskundigen spreken van oplossingen die rond 2010 binnen handbereik komen. Dit project past dan ook volledig in de doelstelling van het cofinancieringsprogramma: samen met marktpartijen hoogwaardige technologische kennis ontwikkelen die uitzicht biedt op innovaties en die TNO de gelegenheid geeft om aan het front van de technologieontwikkeling te blijven opereren.

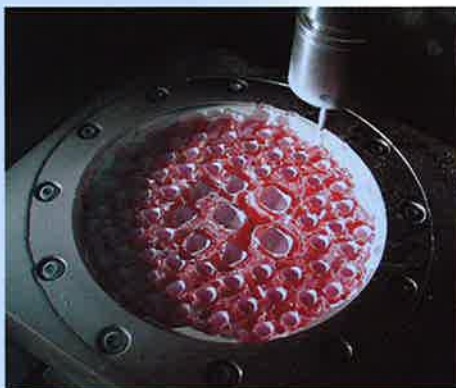
Kortom, een eisenpakket dat alleen met zeer geavanceerde know-how kan worden gehonoreerd. Die know-how is voorhanden in het cofinancieringsproject DICTOS. Het project wordt uitgevoerd door TNO en drie industriële cofinanciers die het hele gebied van telecom en ict tot scheepsbouw bestrijken.

TNO staat voor twee technologische hoofdvragen: welke transmissietechniek is geschikt aan boord van schepen, en wat is de beste netwerktechnologie? Het ontbreken van een adequaat antwoord op deze vragen heeft tot nu toe de grootschalige invoering van draadloze technologie op schepen verhinderd. Vooral het beheersen van de signaaloverdracht in de metalen omgeving van een schip is een zeer complexe opgave. Er zijn enkele oplossingsrichtingen in kaart gebracht. In de loop van het project moet blijken of ze levensvatbaar zijn.



DE KROON OP HET HALVE WERK

Bij de tandarts: u krijgt een kroon en uw tand is al afgeslepen. Nu krijgt u een afdruklepel in uw mond voor een gipsmodel, waarop straks de kroon wordt gemodelleerd. Nog even een beetregistratie maken en de kleur van uw tanden vaststellen. En dan maar wachten, twee weken ongeveer. In de tussentijd maakt het tandtechnisch lab uw kroon, bijvoorbeeld van goud of van metaal met een buitenlaag van tandkleurig porselein. Dat is arbeidsintensief, met veel vakmanschap en veel handelingen. En dus is het maken van een kroon duur en tijdrovend.



Zirkoniumdioxide-kapjes, uitgefreesd en in was gegoten, klaar om te sinteren.

TNO Industrie en Techniek

+

CentraDent

TNO gaat dat veranderen. In de toekomst zit u weer bij de tandarts en weer is uw tand al afgeslepen. Daarna gaat het anders. De geometrie van uw gebit wordt in een keer gescand en aan de computer doorgegeven. Na wat berekeningen gaat een 'printer' aan het werk die in drie dimensies kan printen en laagje voor laagje uw kroon opbouwt. Dat duurt even, maar na een half uurtje staat u buiten met een gloednieuwe kroon.

Daar is toekomstmuziek, maar TNO heeft de partituur al klaarliggen op basis van een thema van een innovatieve Nederlandse ondernemer. Het principe is duidelijk, maar waar het nog aan schort is een geschikte MMM-printer (multi-material manufacturing) en een polymeer dat aan alle eisen voldoet. Bij 'gewoon' 3D printen worden producten opgebouwd door minuscule materiaaldruppels laag voor laag op de juiste plaats te deponeren. Bij MMM gebeurt dat ook, maar zoals de naam al aangeeft, worden daarbij verschillende materialen gecombineerd om het product plaatselijk specifieke eigenschappen mee te geven. TNO wil ooit op die manier tandtechnische elementen kunnen maken, maar er is nog een hoop onderzoek en ontwikkeling nodig voor het zover is.

Gaandeweg heeft TNO een grote hoeveelheid kennis ontwikkeld die geleid heeft tot een op zich al spectaculair resultaat, namelijk de verreegaande vereenvoudiging van het proces om een kroon, inlay of brug te maken. Die vereenvoudiging zit 'm erin dat een centraal productiecentrum voor het tandtechnisch lab



een halffabrikaat maakt van zirkoniumdioxide op basis van een scan van de afgeslepen tandstomp(en). Zirkoniumdioxide heeft als keramisch materiaal een aantal voordelen boven metaal; het is van zichzelf al tandkleurig en het geeft geen allergieproblemen. Bovendien is het ijzersterk, taai en elastisch – ideaal dus voor dentale elementen. Het nadeel is dat het een kostbaar materiaal is en dat het frezen van een enkele kroon gepaard gaat met veel (duur) materiaalverlies. In het nieuwe productieproces worden tientallen verschillende dentale elementen tegelijk uit een stuk halfgesinterd keramiek gefreesd, in plaats van stuk voor stuk met de hand. Snel, efficiënt en met veel minder materiaalverlies. Na het sinteren worden de halffabrikaten naar de tandtechnische laboratoria gestuurd die ze voorzien van een porseleinlaag van de gewenste kleur.

In dit proces zitten al een paar technologische hoogstandjes verwerkt. Niet alleen het freesproces zelf, maar vooral ook het kennissysteem dat de brug vormt tussen de scan en de freesmachine (en in de toekomst dus de MMM-printer). Dit kennissysteem is in feite een slimme CAD/CAM-koppeling die de scangegevens vertaalt in een productgeometrie op basis waarvan de feitelijke fabricage plaatsvindt.

Met dat kennissysteem kan het productiecentrum de doorlooptijd van de hele fabricage terugbrengen tot maximaal vier werkdagen. Het voordeel voor de klant is dat deze veel sneller zijn keramische kroon krijgt.

De clou van deze ontwikkeling is dat een co-financieringsproject op basis van een idee dat pas op langere termijn gerealiseerd zal zijn, zoveel kennis kan genereren dat al halverwege het traject nieuwe producten en processen beschikbaar komen. En met praktisch resultaat, want bij cofinancier CentraDent, waar het beschreven proces wordt geïmplementeerd, draaien de machines al op volle toeren.

HET TNO COFINANCIERINGS-PROGRAMMA IN HET KORT

Met het TNO Cofinancieringsprogramma richt TNO haar onderzoek op toekomstige kennisbehoefte van het Nederlandse bedrijfsleven. Deelnemende bedrijven kunnen een strategische kennispositie ontwikkelen en op termijn hun concurrentiekracht versterken, terwijl TNO haar kennisbuffer op peil houdt.

De cofinancier

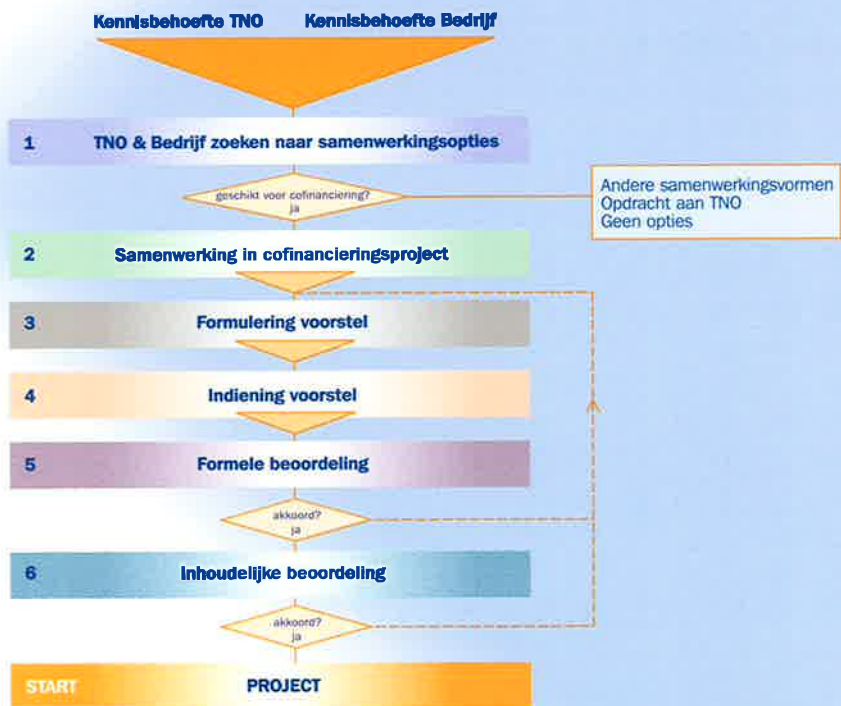
De cofinancier is de meebetalende partner van TNO in een gezamenlijk onderzoeksproject. Dit kan een bedrijf zijn, een groep bedrijven of een brancheorganisatie. Afhankelijk van de mate van nieuwheid van de kennis draagt de cofinancier 10, 25 of 50% bij in de kosten. Deze relatief beperkte bijdrage verklaart de aantrekkingskracht van het programma: in de eerste zeven jaar van haar bestaan zijn er zo'n 1300 projecten uitgevoerd in samenwerking met bedrijven, consortia en brancheorganisaties.

Mogelijkheden en voorwaarden

- Het programma kent uiteraard voorwaarden:
- een bedrijf dat aan een project deelneemt is geen opdrachtgever, maar een belanghebbend cofinancier;
 - een onderzoek moet in alle gevallen nieuwe kennis opleveren die breed toepasbaar is;
 - de projectomvang heeft een ondergrens van 100.000 euro;
 - een projectvoorstel moet inhoudelijk passen in het Cofinancieringsprogramma.

Een beoordelingscommissie toetst ingediende projectvoorstellen aan deze voorwaarden.

	CATEGORIE 10%	CATEGORIE 25%	CATEGORIE 50%
AARD RESULTAAT (TOEPASSINGSPERSPECTIEF)	nieuwe kennis gericht op inzicht en werkingsprincipes	nieuwe kennis gericht op beoogde toepassing	prototype / ontwerp/ demo / plan of receptuur
VERNIEUWEND KARAKTER	hoog	redelijk	matig
STRATEGISCHE WAARDE	hoog	redelijk-hoog	laag-hoog
TIME TO MARKET	lang	middellang	kort



Stapsgewijze procedure

TNO kan een bedrijf of een branchevereniging benaderen om mee te doen aan een bepaald project. En andersom zijn bedrijven van harte welkom als zij met initiatieven bij TNO aankloppen. In beide gevallen wordt na gezamenlijk overleg een projectvoorstel opgesteld, dat wordt voorgelegd aan de beoordelingscommissie. Voorstellen kunnen het hele jaar door ingediend worden.

Eigendom

Alle ontwikkelde kennis is eigendom van TNO, maar de cofinancier mag deze kennis gebruiken in de tevoren overeengekomen toepassing, zelfs wanneer TNO octrooi verkrijgt. Dit recht is echter niet exclusief, want TNO mag dezelfde kennis ook elders toepassen, waar en voor wie dan ook. Een cofinancier kan tegen vergoeding het exclusieve gebruiksrecht van de kennis verkrijgen, maar alleen als het project volledig is uitgevoerd in de 50%-categorie.

De verdeling van de kosten

Dezelfde commissie stelt aan de hand van een aantal criteria de bijdragecategorie van de cofinancier vast. De tabel hiernaast toont de relatie tussen de criteria en de categorieën. In de praktijk doorloopt een project vaak verschillende fasen, die in opeenvolgende categorieën vallen. De uiteindelijke product- of procesontwikkeling en de commercialisering vallen buiten het programma.

OVERZICHT DEELNEMENDE BEDRIJVEN

(sinds 1997)

2cure medical information
services
3m nederland
4tec

A

a. smit & zoon
a. vostermans
a+
aan- en verkoop cooperatie
meppel
aannemers vereniging
metselwerken
abb lummus global
abb lummus heat transfer
absorbt industriële
absorberingsproducten
accell group
ace pharmaceuticals
acordis
adac laboratories
addcomp
adm cocoa
ado den haag
adse
advanced fibre placement
technology io
advanced lightweight
engineering
advanced semiconductor
materials international
advanta seeds
aea technology rail
aerospace & vehicle systems
agromiscanthus
agrotechnology and food
innovation
ahrend productiebedrijf
st. oedenrode
ahrend productiebedrijf
zwanenburg
aib vincotte
air liquide
ajax fire protection systems
akros chemical
akzo nobel
akzo nobel chemicals
akzo nobel nederland
albert heijn
albron catering
alcoa europe
alcoa greenhouse systems
alcomij
alfasan nederland
algemene pond
uitzendondernemingen (abu)
algemene vereniging voor neder-
landse aardewerkindustrie
alko research int.
alkuropo aluminium/kunststof
prod.
alterra
alustra natuurlijke
ventilatietechniek
alusis nederland
aluthix
amersham pharmacia biotech
benelux
amfert
amitek
amsterdam airport schiphol
amsterdam metallized products
amylum nederland
ansaldo signal
antonius vesselheads
anwb
applikon

aqua norm
aqua quick eco products
aqualo gas separations
arbed damwand nederland
arbouw
arcadis heidemij
archeoplan
archimascon
ardoz research
aresa 3d graphics & display
argenta marin
aria food ingredients
aroma vera
ars t&t
art conservation
art innovation
artu biologicals europe
asics benelux
asmi
asmi netherlands
aspa
aspa kantoorinrichting
associated computer experts
astrazeneca
atag
atan/air cargo nederland
atlas copco compressors
nederland
attema
avebe
avecia
aviko
avr
avr-iw
axxicon
axxon moulds eindhoven
azn

B

baars research & development
baggermaatschappij boskalis
bahco tools
bakker logistiek (bci)
ballast nedam
ballussen conservenfabriek
bam milieu
bam nbm milieu
bammens groep
banner pharmacaps europe
barentz grondstoffen
basf nederland
bata nederland
batavus
batec
bayards aluminium
constructions
bayer
bb&s
bdm nederland
bedrijfschap sts
bejo zaden
beltone netherlands
bemet international
bentum recycling centrale
berenschot
berenschot groep
bergia frites
bergschenhoek
berson milieutechniek
bik bouwproducten
bim renovatie- en
aannemersbedrijf
binnenlloyd maastricht
bio beheer
bioclear
biocomp industries
bio-energiecentrale schijndel

biofuel
biomass technologie group
biosoil
bioversal european foam center
bioway
bma ergonomics
boal finex
boal systemen
boc edwards
bodembeheer
bodewes scheepswerf
'volharding'
boessekool machinefabriek
bolesian
boliden hme
bonte zwolle
boots frites
borax rotterdam
borculo domo ingredients
borneman metaal
boschman group
boskalis dolman
bostec
bostik findley
bouma technical services
bouwbedrijf hazenberg
bouwconcept europe
innovations
bouwen met staal
bova
bp nederland
bpo nederland
bpp services
brabantia bis international
holding
bradford engineering
brakel aluminium
brakel aluminium/brakel atmos
brandenburch
brands structural products
brandsma metaalveredeling
branson ultrasonics
bravilor bonamat
brink dynamics
bromyc
bronkhorst high tech
brookhuis micro-electronics
brugman machinefabriek
bruis telecommunicatie
bruns international
bsn glass pack
buchi labortechnik
buechinhornen
buck consultants international
buitenhuis snacks
bunnik plants
bureau tussenruimte
bureau waardenburg

C

caldic chemie productie
callas international
cam implants
campina melkunie
cap gemini nederland
cargill
cargonaut
carrosseriefabriek joost lamoo
catchmabs
cauberg-huygen raadgevende
ingenieurs
cch
cebeco egg research
cebeco groep
cedrix
centraal brouwerij kantoor
centraal bureau

levensmiddelenhandel (cbl)
centraal bureau voor de rijn- en
binnenvaart
centradent
centurion accumulatoren
ceparation
cepezed architecten
ceratect technical ceramics
cereol benelux
cerestar benelux
check-points
chevron oronite technology
chris van der voort
christ holland
chromalloy holland
ciba specialty chemicals
maastricht
cirmac international
clairtech
clea technologies
coca cola enterprises nederland
coil coating techniek
combiclip europe
commissie gedistilleerd van het
productschap dranken
commissie gedistilleerde
dranken
compart compressor technology
competence center for
innovative manufacturing
(ccim)
computer company nederland
constar international holland
container centrales nederland
controle bureau dierlijke sector
convenience holland
conviro milieu producten
conyxex
cooperatie abc
cooperatieve nederlandse
champignonkwekersvereniging
cordis europa
corrosie technisch bureau
pernis
corus
corus hylite
corus iron services
corus staal
corus technology
cosmoform
cr delta
crh kleiwaren beheer
cristal cleaning
crompton europe
crown van gelder
papierfabrieken
crucell
csk food enrichment
csm
csm suiker centraal
laboratorium
cultene
cult
czi

D

d&j de koning
daalderop
daemen shipyard group
daf trucks
dailyer
dalsem tuinbouwprojecten
damen shipyards
danfoss
danisco cultor holland
danisco flexible envi
darex

de hoop loobth
de kievit (friesland coberco
dairy foods holding)
de ruiters seeds
de ster
de twee snoeken
automatisering
de vries non-ferro gieterij
de wit plastics
degussa nederland
delta
deltalings
den boer beton
den oudsten
denet
denka international
depron
derphartox
dex-plastomers
dgm raadgeving ingenieurs
dhv milieu en infrastructuur
diesel marine international
diffutherm
diginotar
dijkstra groep
dikema bpc
dirks klimmateriaten
diversey lever
dlv plant
dmv international
dolphinarium harderwijk
döllwin tooling
dopt
douwe egberts
dov
dow benelux
dpb plastics
dräger home care
draka comteg/nkf kabel
dry works nederland
dsm
dsm anti-infectives
dsm food specialties
dsm new business development
dsm research
dsm research, analysis for life
sciences
du pont de nemours nederland
duke de jong automatenfabriek
dumeco
duprai
dutch space
duynie
duyvis product & process
development
dvl facet
dyadic nederland
dyka
dyneon kerkrade works

E

e.o.n. benelux generation
eastman chemical emea
eastman chemical middelburg
easy bakprodukten
eaton automotive
eaton electric
ecct
ecn
eco remain
eco tray systems
ecofys
edea
edon
eerste nederlandse cement
industrie
ega energie

egripment
eldim
electrabel nederland
electriciteitsbedrijf zuid-holland
electrolux nederland
elf atochem rotterdam
elsdon
emiod
emtec industrial solutions
enci
endemol nederland
eneco energie
eneco energie delfland
engel nederland
engelhard de meern
enviro advice
environmental control
enw
enza zaden
epicon alkmaar
epon
erick office concepts
ericsson business consulting
netherlands
essent
essent energie
essent milieu
eurailsout inspection and
analysis
euramax coated products
euro diagnostica
euro feed services holland
euroma produktie
euromate
european technical services
evers specials
evo
exact dynamics
excellent
excelsum
exxon mobil chemical holland
exxon mobil plastics europe

F

faber electronics
fabriek van plaatwerken van
dam
farm frites
farwest
fcs simulator systems
federatie nrk-bouw
feed innovation services
fei company
fenb2 staalframebouw
fenecon
ferag verpakkingstechniek
ferring research institute
ferro holland
fib industriële bedrijven
fiberform packaging
fibor packaging
fibroned
fimanda research
flexchemie
flex-o-therm
flow 2
flower seed technology (fst)
fmw fijnmechanica
focwa
fokker elmo
fokker space
fontijne holland
forbo swift adhesives
foreco
formatec technical ceramics
fort james
fränzel

fränzel holding
free energy europe
fremach toolshop
friesland coberco dairy foods
frog navigation systems
ftk holland
ftss europe
fugro
fuji photo film
fujisawa holland
funea broadband services
future pipe industries

G

galapagos genomics
gastec
gdf production nederland
ge healthcare biosciences
gebroeders kooij
geerlofs koeltechniek
geerts metaalwaren
gemeente waterleidingen
amsterdam
gemeentelijk havenbedrijf
amsterdam
gemeentelijk havenbedrijf
rotterdam
genencor international
general biscuits nederland
general electric plastics
genvar vitro
gen-x power corp netherlands
gerco beveiligingen
gereedschapmakerij j. van der
wiel
gereedschapmakerij n. van
wijnen
gereedschapmakerij vink
gerkens cacao
germaco
getronics
gho'st holding
giant europe
gilette groep nederland
gispen international
gl precision
glaverbel nederland
glaxo research nederland
glucona
gmf gouda
gmi gereedschapmakerij
goedhart cooling equipment
golf art innovation
goudappel coffeng
grasso prod
greentex
groeneveld transport efficiency
grolsch bierbrouwerij nederland
grontmij
growlab
gti
gti fib industriële bedrijven
gti koudetechniek

H

h.a. prince kunststofbouw
h.j. heinz giessen
haagse tram maatschappij
haffmans
hagé international
hague consulting group
hamers engineering
harimex ligos
harming group

haskoning nederland
hattenboer-water
hauzer techno coating europe
havatec
haveman
haverkort
hazewinkel beheer
hazewood international
hb koeltechniek
hbg civiel milieu
hebrotex
heesa mechanics
heineken
heineken international
heineken nederland
heinz
helderse projectontwikkeling
helvoet
henkel nederland
heras hekwerk
hermadix coatings
hevea
heveco
hexion
heye glas nederland
hickson
hill's pet nutrition
manufacturing
hma power systems
hoerbiger benelux
holcim nederland
holec holland
holland america line westours
holland art group
holland coatings industries
holland marine equipment
holland railconsult
hollandse beton groep
holmatro industrial & rescue
equipment
honicel nederland
honig merk artikelen
hoofdbedrijfschap afbouw en
onderhoud
hoogendoorn
hope farms
hosokawa
hotitem informatica
houthandel a. van den berg
houthandel reef
houtindustrie mevo
hoverstop
hügli pollock read
huka mobile
hunter douglas europe
huntsman ici holland
hurks beton
hwz milieu
hycult biotechnology
hydro agri sluiskil
hymec

I

i.f.f. nederland
iams europe
ici holland
igt testing systems
ih-brt
ihc handling systems
ihc hydrohammer
ilbruck sealant systems
imaco
impro beru technologies
imtech marine & industry,
r & h systems
imtech marine & offshore
imtechprojects

kemira chemicals
kemwater
kendrion van niftrik
kenniscentrum papier en karton
kerr mc gee
kerry ingredients
kica
kimberley clark
kiremko
kiwa
kiwa waterresearch
klm
klm engineering & maintenance
knowaste
knowledge concepts
koltec
koltec autogassystems
konings lubrication +
technology
koninklijk verbond van grafische
ondernemingen
koninklijk verbond van neder-
landse baksteenfabrikanten
koninklijke ahrend
koninklijke auping
koninklijke coöperatieve cosun
koninklijke de ruijter
koninklijke econosto groep
koninklijke fabrieken j.
nooitgedagt & zonen
koninklijke gazelle
koninklijke mosa
koninklijke nederlandse munt
koninklijke nederlandse
slagersorganisatie
koninklijke schelde
koninklijke schelde groep,
schelde scheepsnieuwbouw
koninklijke smile
koninklijke verhuist
luchtbehandeling
koninklijke vopak
kordia
kpn
kpn business unit breedband
kpn mobile
kraft foods central & eastern
europe service
kraft jacobs suchard
krohne altometer
krom textielreiniging
kropman
kropman installatietechniek
kruidenier groep
kvaerner proces (nederland)
kw2

L

labo biomedical products
lamb weston/meijer
landre euromach
lectra
leggedoor beton en
vochtweringsstechniek
lek/habo groep
level energy technology
limatools services
linde gas/hoekloos
linora
lismar engineering
lnp engineering plastics europe
lodders croklaan
lodige holland
logica cmg nederland
louwers glastechniek en
technische keramiek
lpf flexible packaging

lto groeiservice
lu general biscuits nederland
lucent technologies nederland
lumileds
lutece
lvb woodprocessing consultancy
lvm
lyondell chemical nederland

M

m. snijder h.o.n. biometric
expertise group
m+p raadgevend ingenieurs
maastricht instruments
machinebedrijf van den hoorn
machinefabriek aarding
machinefabriek brabant van
opstal
machinefabriek compas
machinefabriek van wees
waalwijk
machinefabriek technische
dienstverlening
machinefabriek van wees
magneto special anodes
magneto-chemie
mapper lithography
mapro holding
markhorst holland
master foods
materiaal metingen testgroep
materiaal innovation centre
maxi miliaan
mayr meinhof eerbeek
mbi beton
mcc nederland
mccain foods holland
mebin
medeco
medtronic bakken research
center
megatrax benelux
membraan applicatie centrum
twente
meneba meel
merford
metaalunie
methanor
meubelfabriek arco
micro turbine technology
micro*montage
microscreen
microtronic nederland
mierij meteo
moba
mola tech
moxba
moxba-metrex
muelink & grol
muiden chemie
multicare
museum boymans van
beuningen

N

navigation technologies
navobi
nawi
ncr
ndi
nea international
ned train consulting
nedal aluminium
nedalco

nedap 3a
nedap groenlo
nedcar
nedclad technology
nederland maritiem land
nederlands audiovisueel archief
nederlands corrosie centrum/
smoz
nederlands omroep-
productiebedrijf
nederlands verbond van
ondernemers in de
bouwrijverheid
nederlandse aardolie
maatschappij
nederlandse benzol
maatschappij
nederlandse bond van
timmerfabrikanten
nederlandse brenntag
maatschappij exp.
nederlandse frisdranken
industrie
nederlandse gasunie
nederlandse gasunie research
nederlandse keramische
bedrijven
nederlandse mortel organisatie
nederlandse spoorwegen rib
nederlandse vereniging
van linnenverhuur- en
wasserijbedrijven
nederlandse vereniging voor
inkoopmanagement
nedmag industries
nedmag industries mining &
manufacturing
nedstaal staal
nedstack fuel cell technology
nefit-fasto
nekofa vianen
neopost industrie
neptunus
nerefco
nestle nederland
netex
newgene pharma
nfgd zoetermeer
nieuwe gracht
nike europe
niro
nista
nobuwin tooling
noc*nsf
nodia
nokia nederland
non food technology
norit membraantechnologie
norma boxmeer
norplast-lamaf
nova chemicals netherlands
novenco
nucletron
numico
numico research
nunhems zaden
nuon
nuon duurzame energie
nutreco international
nutreco nederland
nutricia
nyquist

O

obr/pir
océ technologies
oceanographic company of the

netherlands (ocni)
oerlemans plastics
oke services
omc
oosterhof holman
milieutechniek
crafti
oranje demontage
orbital technologies
organon
organon; analytical chemistry
organon teknika
origin nederland
orlaco products
orthopedisch centrum noord-
holland (ocn)
otb engineering
ozeplus engineering

P

p&o nedloyd
p&o north sea ferries
p.l.j. bom kassenbouw
pakor bouwchemie
palthe stomerijen
panalytical
pannevis
papierfabriek doetinchem
paques
paques biosystems
parker gas separation
parking systems benelux
pathofinder
pbf electronics
peka kroef
perfecta chemie
pervatech
pfizer
pharmacia & upjohn
pharming
philips bu powermanagement
philips business
communications
philips oft
philips dap
philips electronics nederland
philips electronics nederland,
bu lighting electronics &
gear
philips etg
philips lighting
philips lighting vitrite
philips lighting, is&s
philips pmf nederland
philips research eindhoven
phystex
phytogenix
picasse
pipelife nederland
plant research international
plasdan metaco
plastica
pmp - projectbureau voor
onderzoek aan materialen en
productietechnieken
pokon & chrysal
polva pipelife
polychromal
polynorm automotive
polynorm plastics
pothos-plants
ppg glass fiber
ppg industries fiber glas
prc bouwcentrum
prime resources international
prince cladding
prins dokkum

prins en dingemanse
 priva groep
 procede twente
 proctor & gamble
 production technology center
 productschap diervoeder
 productschap gedistilleerde
 dranken
 productschap granen, zaden en
 peulvruchten
 productschap tuinbouw
 productschap wijn
 productschappen vee, vlees en
 eieren
 profibrix
 projectorganisatie betuweroute
 prokal stoomtechniek
 prolyte products group
 promac
 promat
 promikron
 promikron 3
 promonitoring
 provalor
 provimi
 psib fonds
 pullman matrassenfabriek
 purac biochem
 pyxis discovery

Q

q lab
 qd international
 quality bakers
 quest international
 quest international nederland

R

r&r mechatronics
 radac
 rademaker
 randstad uitzendbureau
 raufoss nederland
 ravo
 rbv leaf
 rdc datacentrum
 reagentstechnologiestichting
 recticel
 recticel technical foams
 regent
 reinier de graaf groep
 remeha
 remmers bouwchemie
 remu
 rendac
 renee van leusden sculpturen
 'de wiekslag'
 repair care systems
 international
 repon gevelsystemen
 reppel bouwspecialiteiten
 research centrum
 kalkzandsteenindustrie
 research vereniging
 textielverzorging
 researchvereniging renolvat
 restauratie atelier sterken
 revalidatietechniek het dorp
 reynolds al holland
 richard hirschmann electronica
 riedel drankenindustrie
 rijk zwaan zaadteelt en
 zaadhandel
 rixona

roberine gazonmaaiers
 robert bosch
 verpakkingsmachines
 roberts holland
 robosail
 roche nederland
 rockwool/grodan
 rockwool benelux
 rockwool lapinus
 rond products
 röntgen technische dienst
 rook beheer
 royal haskoning
 royal schelde group, naval ship
 building
 royal tpg post
 royal van zanten
 rr bouw
 rubber design
 ruvoma g.a. verhart

S

s.c. johnson polymeer
 saba dinxperlo
 sachem europe
 safmarine netherlands
 sail performance international
 saint-gobain cultilene
 saint-gobain isover benelux
 samas groep
 samenwerkingsverband sde
 sandvik benelux
 sanofi winthrop
 sanquin research
 sapphire technologies holland
 sappi maastricht
 sappi netherlands services
 sara lee/douwe egberts
 sas institute
 sasol technology netherlands
 savas seating
 sbr
 sca nederland
 scania
 scania nederland
 schadébo den bosch
 scheepvaart en transport
 college
 schelde exotech
 schelpdier pontonkweek
 schering nederland
 scheuten glasgroep
 schielab
 schmalbach lubeca nederland
 schoenfabriek j.p. van bommel
 school voor de toekomst
 schouten & visschers'
 metaalwarenfabriek
 schouten products
 schouten products soylife
 nederland
 schut precision parts
 scia w+b software
 seabrex rotterdam
 seal stichting ecg analyse
 leiden
 sealed air
 sectorgroep gechloreerde
 koolwaterstoffen; vnci
 segheers keppel technology
 netherlands
 seminis vegetable seeds
 holland
 sengewald tenneco packaging
 senora zeepfabriek
 sensus operations
 sentient machine research

septor
 seq nederland
 servier international
 servo delden
 shell
 shell chemicals
 shell global solutions
 international
 shell international exploration
 and production
 shell nederland
 shell nederland verkoopmaat-
 schappij
 shell nederland raffinaderij
 shell research
 shin etsu pvc
 siemens demag delaval
 siemens industrial
 turbomachinery
 siemens nederland
 siemens vdo automotive
 sigma coatings
 sika
 siemens vdo trading
 skf automotive division
 skf engineering & research
 slijbverwerking noord-brabant
 snb
 sloten
 smeeke, van de wiel en
 partners
 smit transformatoren
 smitsvank holland
 smulders groep
 smulders machine en
 apparatenbouw
 snoeks automotive
 sodra nederland
 sogeti nederland
 solland solar energy
 sollas holland
 solsep
 solvay, filiaal nederland
 solvay pharmaceuticals
 solvision
 somatech
 sony nederland
 spanbeton
 spark holland
 sparque international
 specs and biospecs
 sphinx sanitair
 spijkstaal elektro
 s-search
 staedion
 steenbok reuver
 stegeman
 stichting aluminium centrum
 stichting betondakpannen
 industrie
 stichting bevordering
 zetmeelonderzoek
 stichting bodemsanering ns
 stichting bor
 stichting bovag-rai mobiliteit
 stichting centrum hout
 stichting collectief onderzoek
 gsf
 stichting collectief onderzoek
 metaal
 stichting confectie technicum
 stichting europaort/botlek
 belangen
 stichting federatie
 monumentenwacht nederland
 stichting filmmuseum
 stichting houtresearch
 stichting informatie en
 communicatie netwerk voor
 doven en slechthorenden

stichting industrial loss
 prevention
 stichting institute of medical
 marijuana (simm)
 stichting kennisinfrastructuur
 mainport rotterdam
 stichting kwaliteitsgarantie
 vleeskalversector
 stichting levercel- en
 endotheelceltechnologie
 stichting maripham
 stichting merkartikel (sma)
 stichting mestverwerking
 gelderland
 stichting mooi
 stichting nationaal comité van
 de nederlandse glasindustrie
 stichting nederlandse instituut
 voor beeld en geluid
 stichting nederlandse instituut
 voor brouwerij, mout en bier
 stichting onderzoek licht en
 gezondheid
 stichting reagentstechnologie
 stichting reinigingstechnieken
 stichting research centrum
 kalkzandsteenindustrie
 stichting reumaonderzoek
 leiden
 stichting rhp
 stichting skb
 stichting spuurwerk
 baggertechniek
 stichting stabu
 stichting storeka
 stichting technisch centrum
 voor de keramische industrie
 stichting technisch fysisch
 onderzoek
 stichting v2-instituut voor
 instabiele media
 stichting zuivel voeding en
 gezondheid
 stoomwezen
 stork
 stork food & dairy systems
 stork gears & services
 stork industrie services noord
 west
 stork pmt
 stork tools and services
 stowa
 stroomwerk energy
 strijk food group
 strukton groep
 suikerunie breda
 sulzer chemtech
 sulzer chemtech nederland
 sulzer metco
 sulzer metco benelux
 sun electric systems
 surcom
 swedish match lighter
 synbugen

T

tauw milieu
 tbi holdings
 tcp international
 te strake
 teboden
 technip benelux
 technische industrie w.j. van
 der sar
 technivert ermelo
 technosolution
 teeuwissen products

teijn kasei europe
tele atlas
teleflex gfi
teleste benelux
temec instruments
ten cate
ten cate advanced composites
ten cate multistiq
ten cate thiobak
ten cate thiolon
terberg machines
terca baksteen
tessenderlo chemie rotterdam
texaco nederland
textiel research vereniging
'de voorzorg'
thales nederland
the greenery
theo pouw
thermo electron
thomassen compression
systems
thomassen international
thomassen turbine systems
thyssen krupp vdm nederland
to&mma
to-bbb technologies
toolux international
tooling holland
total e&p nederland
total loop management
toursis dynamic innovations
townsend engineering
tpg
transport en logistiek nederland
(tln)
transport management
international
tratec telecom
tri star industries
trobas gelatine
tuin te machinefabriek
tvvl
twa medic-info
twee 'r' beheer
twin filter
twister

U

unichema chemie
unidek
unifine industry
unilever health institute
unilever nederland
uniphy
unipro
uniquema
uniquema nederland
univald bioprocessing
untech marine & industry
urschel international

V

vabi
van besouw tapijt
van bommel spuitgietmatrijzen
van dale lexicografie
van dam machine
van de bergh foods nederland
van de bunt
van de lindeloof
van den heuvel
watertechnologie
van der giessen de noord
van der putten

van der windt verpakking
van dijk foods
van doorne's transmissie
van essen instruments
van gansewinkel nederland
van gansewinkel papier
van halteren metaal
van hoorn carbide
van hoorn hardmetaal
production
van houtum papier
van leer closure systems
van lierop impregneerbedrijven
van pelt reiniging
van riemsdijk rotterdam
van vliet recycling
van voordien gieterij
van zanten research
vandemoortele
vanderlande industries
nederland
variopak
varom
vastgoedland
vda informatiebeheersing
vebidak
vecal
vecom nederland
vege motoren
veko investment
velto
verbakel/bomkas
verenigde bloemenveiling
aalsmeer
vereniging centraal brouwerij
kantoor
vereniging golfkarton
vereniging nederlandse
glasfabrikanten
vereniging nederlandse
scheepsbouw industrie
vereniging nederlandse tapijt
fabrikanten
vereniging organisaties voor icf
in de zorg (oiz)
vereniging schoonmaak
research
vereniging textielindustrie
nederland vtn
vereniging van goud- en
zilversmeden
vereniging van groothandels in
groenten en fruit
vereniging van kalkzandsteen
lijmbedrijven
vereniging van nederlandse
glasfabrikanten (vng)
vereniging van nederlandse
houtondernemingen
vereniging van nederlandse
installatiebedrijven
vereniging van nederlandse
papier- en kartonfabrieken
vereniging van ondernemingen
van betonmortelfabrikanten
in nederland
vereniging van waterbouwers
in bagger- kust- en
oeverwerken
verhoeve milieu
verosol fabrics
vetrotech saint-gobain benelux
via collect
vialis verkeer & mobiliteit
viba
vichema
vigener consulting
vika
visi
visno machinefabriek

vitens
vitens laboratorium en
processtechnologie
vitatron
vivendi water systems
vletter & de haan
vlisco
voest alpine stahl
voetbalclub psv
vogelpark avifauna
voges verpakking
voith sulzer nederland
volker stevin rail & traffic
volker wessels vastgoed
vos logistics organizing
vostermans companies
vostermans ventilation
vrumona
vvr virtual reality
vyncke

W

waag society maatschappij voor
oude en nieuwe media
wagenborg shipping
warmteplan
wartsila nsd nederland
watco ecotechniek
watec waterbehandeling
waterbedrijf europoort
waterbedrijf gelderland
waterleiding maatschappij
limburg
waterleiding maatschappij
overijssel
waterstromen
watertransportmaatschappij
rijn-kennemerland
watertreatment expertise &
supplies
wavin kls
wavin m&t
weerdenburg huisvesting
consultants
weiss enet industrietechniek
welzorg auto-aanpassingen
werkgeversvereniging
vastgoedondernouds- en
afwerkings bedrijven
wib international instrument
users association
micro plastics
wienerberger bricks
wiezooplast awz
wigrex international
wijbenga
wijma kampen
wilted uden
wilted innovatie
winterschall noordzee
witco
witte van moort
metaalwarenindustrie
wittenburg
w/delft hydraulics
woningbeheer
woningstichting alphen aan
den rijn
worldchamp

X

xella droogbouw systemen
xerox document supplies
x-flow
x-flow/norit

Y

yamaha motor europe

Z

zandleven coatings
zeepfabriek de klok
zensolar
zernike systems
zinpro animal nutrition
zns van dam geveltechniek
zorgvoorzieningen nederland

Bedrijven zoeken voor hun producten, diensten en processen altijd naar verbetering. Om de concurrent voor te zijn, uit economische overwegingen of uit pure gedrevenheid. Aan veel verbeteringen gaat onderzoek vooraf. Kostbaar onderzoek vaak, waarbij niet eens zeker is of het gewenste resultaat wel wordt behaald.

In dit boekje staan 18 voorbeelden van innovatief onderzoek, uitgevoerd door TNO in het kader van het zogenaamde Cofinancieringsprogramma. Het zijn beknopte beschrijvingen van projecten waarvan de resultaten het bedrijfsleven en de samenleving ten goede komen. Bijvoorbeeld dat straks uw tandarts uw kronen maakt terwijl u even wacht en dat er van uw aardappelschillen brandwerende bouwplaten gemaakt worden. Innovaties van het Nederlandse bedrijfsleven die dankzij kennisontwikkeling van TNO tot stand kunnen worden gebracht.