

MKB en TNO

Hoe MKB en TNO
samen werken aan
innovatieve oplossingen
voor meer
concurrentiekracht

© TNO – All rights reserved

Voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever met betrekking tot de inhoud van dit rapport wordt verwezen naar de Algemene Voorwaarden van TNO.

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, openbaar gemaakt, en/of verspreid op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.



MKB en TNO



MKB en TNO

Hoe MKB en TNO samen
werken aan innovatieve
oplossingen voor meer
concurrentiekracht

Wij ontwikkelen en produceren flow-
meters en vrijwel al onze producten hebben een hoog
TNO-gehalte: in tachtig tot negentig procent zit wel iets van TNO.
Wij hebben een eigen ontwikkelafdeling die van alles verzint, maar die
heeft altijd behoefte aan ruggespraak, een klankbord. Die rol vervult TNO al
vele jaren voor ons. Vanwege de brede technologische kennis wordt er altijd wel
een ingang gevonden om een probleem aan te pakken.
Daarnaast zetten we ook concrete opdrachten bij TNO
uit. Zo laten we regelmatig zeer ingewikkelde bere-
keningen uitvoeren. Wat we zelf doen en wat we
laten doen, gaat in onderling overleg. Dat werkt
goed in de praktijk en door de samenwerking
kunnen wij ons productaanbod gigantisch
verbeteren en uitbreiden.



Wybren Jouwsma, *technisch directeur Bronkhorst High Tech BV*

Voorwoord



Innoveren is vernieuwen door creativiteit. Innoveren doe je samen: de creativiteit komt van MKB en TNO samen, omdat kennis zich moet vertalen naar een product of dienst. Een nieuw product in de markt zetten, een bestaand product doorontwikkelen voor een nieuwe markt, een bestaand product sneller produceren, maar vooral ook duurzamer... Innoveren versterkt de concurrentiekracht van bedrijven en daaraan dragen wij graag bij. Dit boekje bevat slechts een selectie van de vele succesvolle projecten. Als u de verhalen van de ondernemers en TNO'ers leest, zult u merken dat er veel verschillende vormen van samenwerking zijn. U zult ook zien dat er twee voorbeelden zijn waarin TNO bij het MKB aanklopte om kennis te vermarkten door samen een product te ontwikkelen. Meneer Jouwsma zegt het al zo mooi: TNO weet altijd wel een oplossing te vinden. Ook voor u?



Tini Colijn-Hooymans, lid TNO Raad van Bestuur

Bij TNO is enorm veel kennis beschikbaar en een deel daarvan ligt al zo dicht tegen concrete toepassing aan, dat die zeer interessant is voor het MKB. Beschikbaarheid is alleen niet hetzelfde als toegankelijkheid. Als makelaar en schakelaar slaan wij een brug tussen die beschikbare kennis en de bedrijven. Ons uitgangspunt is altijd de vraagstelling van de klant, want het heeft geen zin een oplossing te bieden voor een probleem dat niet bestaat. Wij brengen partijen bij elkaar. De ene keer voor het maken van business, de andere keer voor fundamentele kennisoverdracht. Zo hebben we bijvoorbeeld in het gezamenlijke programma 'Experimenten kennisoverdracht' van TNO en Syntens activiteiten georganiseerd voor een groep bedrijven die meer wilden weten over de toepassing van magnesiumextrusieprofielen. Snel, begrijpelijk en rendabel, dat zijn de eisen die ondernemers stellen. Wij zien het als onze taak ervoor te zorgen dat de samenwerking ook zo verloopt.

Inhoud

Producten van zetmeelpolymeer

Technische Industrie Van der Sar

8

Medicijn tegen anthrax

Pyxis Discovery

10

Speciaal zitmeubel

Alinda BV

12

Datacommunicatie aan boord

MaxControl BV en MaxCargo BV

14

Kassenbouw

J.M. van der Hoeven BV

16

Glassubstraat voor *lab on chip*

Louwers Glastechniek en Technisch Keramiek BV

18

Houdbaarheid van bloemen

Pokon & Chrysal International BV

20

Bedieningsconsole voor mijnenbestrijdingsvaartuigen

Alewijnse Marine Systems

22

Tandtechnische elementen

CentraDent BV

24

Robin: Radar Observation
of Bird Intensity 26
Chess Embedded Technology BV

Absorptiekorrels
tegen stankoverlast 28
Limburg Filter BV

Luchtfotografie 30
VB Ecoflight

Orthopedische schoenen 32
Wittekamp en Broos BV

Zomerkoeling in de woning 34
VBM Alkmaar

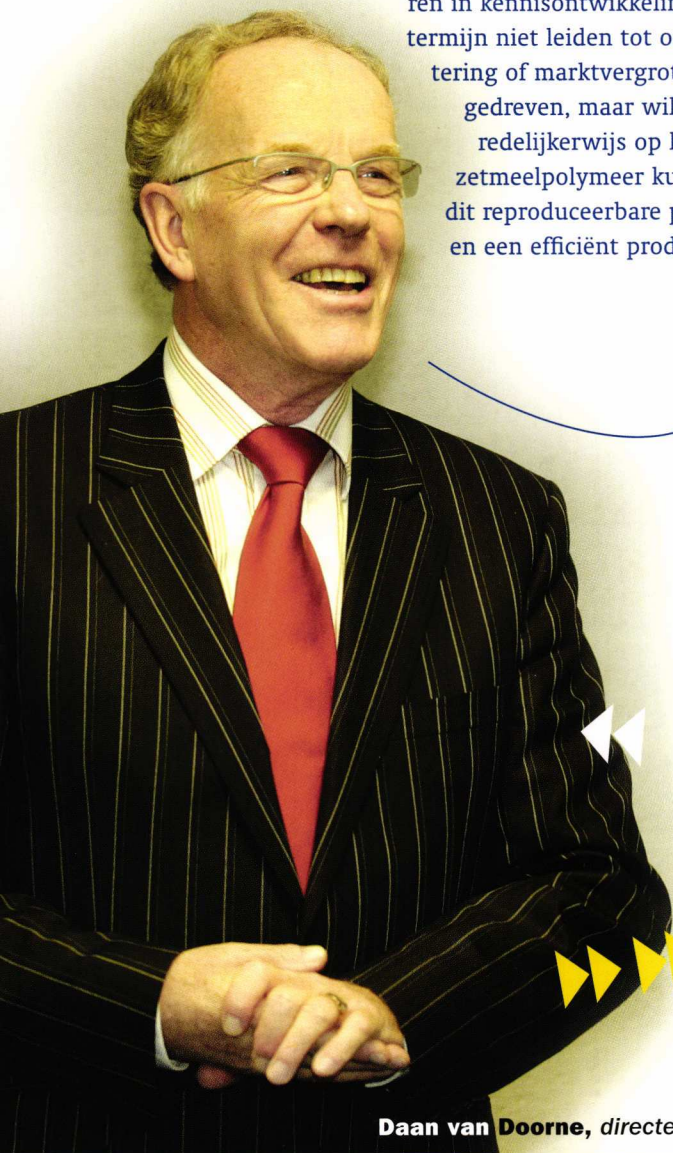
Een lichte rollator 36
Berm Engineering VOF

LPG-systeem 38
TeleflexGFI Europe

De Timber Grader MTG 40
Brookhuis Micro Electronics

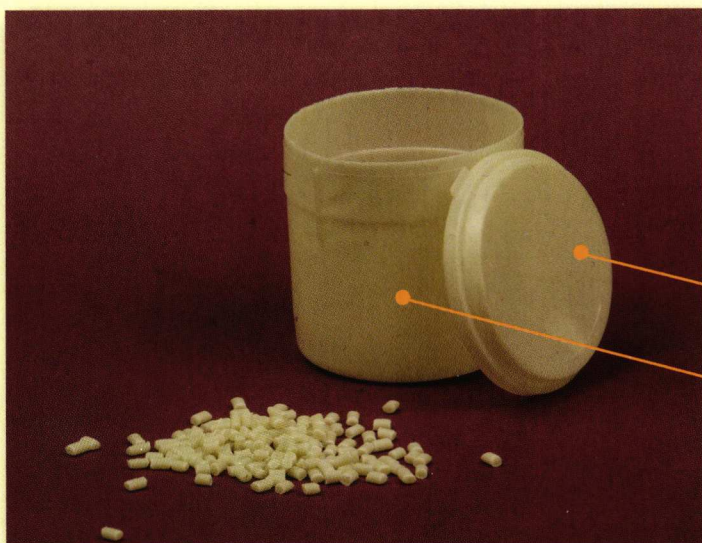
De grondstoffen voor biopolymeren zijn in overvloed in de natuur aanwezig. Dat is een groot voordeel. Ze zullen nooit de plaats van alle kunststoffen kunnen innemen, maar ze zullen zeker hun eigen plek onder de zon veroveren.

Daar geloof ik in en daarom ben ik bereid om nu geld te investeren in kennisontwikkeling, ook al zal dit op korte termijn niet leiden tot omzetverhoging, marktverbetering of marktvergroting. Ik ben maatschappelijk gedreven, maar wil toch graag weten of ik er redelijkerwijs op kan vertrouwen dat we zetmeelpolymeer kunnen spuitgieten, dat dit reproduceerbare producten oplevert en een efficiënt productieproces.



Daan van Doorne, directeur Technische Industrie Van der Sar

Producten van zetmee



Als eerste hebben we gekeken naar het materiaalgedrag tijdens het spuitgieten. Het vloeigedrag van het gesmolten zetmeelpolymeer in de matrijs was goed genoeg om door te gaan. Vervolgens hebben we *short shots* geproduceerd door bewust te weinig materiaal te gebruiken in spuitgietproeven. Deze hebben we vergeleken met vulsimulaties en daaruit bleek dat de vulfase goed met bestaande software te beschrijven valt. Het vervormingsgedrag tijdens het afkoelen en lossen was complexer. Om dat goed te kunnen voorspellen hebben we gewerkt aan verbeterde krimpmodellen. Nu zijn we in staat om de productie op het scherm te voorspellen, wat een forse tijds- en kostenbesparing oplevert. Tot slot hebben we twee producten uit het assortiment van Van der Sar gemaakt om het lossingsgedrag te bestuderen. Hier ligt nog een uitdaging, maar we zijn al wel zover dat de vorm en materiaaleigenschappen beter aan de eisen voldoen.



Margriet de Nooij, projectmedewerker kunststofverwerking, TNO

polymeer

Het onderzoek geeft aan dat het zetmeelpolymeer in principe geschikt is voor spuitgieten. Hierdoor is er voldoende vertrouwen om het cofinancieringsonderzoek en daarmee de kennisontwikkeling voort te zetten, op zoek naar de optimale productiemethode voor producten van zetmeelpolymeer. Deze kennis is interessant voor de gehele Nederlandse kunststofverwerkende industrie.

Sputumbekertje van ongekleurd zetmeelpolymeer.

De krimp is nu nog groter dan wenselijk: 1 tot 4 procent.

Door de toenemende dreiging van bioterrorisme groeit de behoefte aan nieuwe efficiënte medicijnen voor de bescherming van de (burger)bevolking. Op basis van onze computeralgoritmen proberen we nieuwe stoffen te ontwerpen en te synthetiseren die farmaceutische bedrijven kunnen ontwikkelen tot medicijnen. Denk bijvoorbeeld aan een medicijn tegen anthrax, miltvuur. We richten ons met name op de ontwikkeling van zogenaamde small molecule drugs. Die hebben als groot voordeel dat ze als pilletje kunnen worden ingenomen. Onze hypothese voor het ontwerpen van specifieke stoffen willen we valideren in een echt biologisch systeem.



Jan Schultz, managing director business development Pyxis Discover

Medicijn tegen anthrax

Pyxis Discovery en TNO marcheren gelijk op: Pyxis probeert nieuwe verbindingen te vinden, TNO ontwikkelt een methode om anthrax-besmetting sneller op te sporen. Er wordt gelijktijdig gewerkt aan de oplossing van twee problemen. In theorie zou Pyxis Discovery een eigen laboratorium kunnen bouwen, maar door deze strategische alliantie kan het bedrijf zich concentreren op zijn eigen specifieke expertise. TNO kan met de nieuwe kennis een bijdrage leveren aan het anti-bioterrorisme-programma van de EU en de farmaceutische industrie ondersteunen bij innovaties.

Door de lange incubatietijd wordt de besmetting vaak te laat ontdekt.

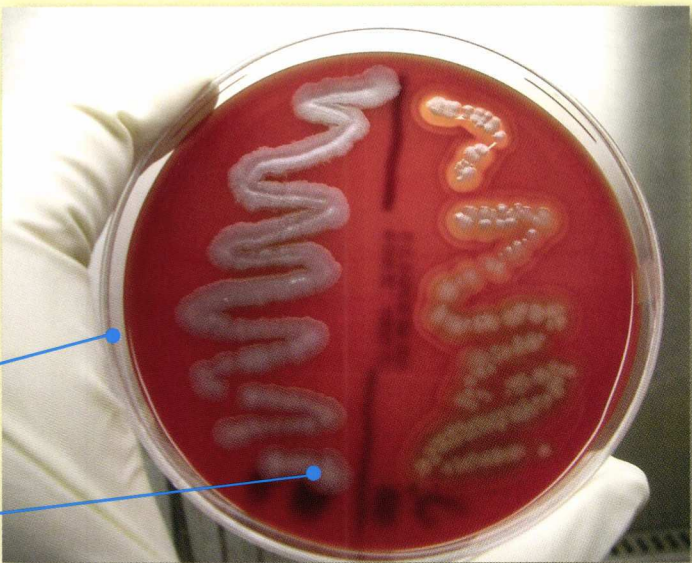
De Bacillus anthracis groeit links op de bloedagarplaat en produceert de gifstof anthrax lethal factor

Op basis van de door TNO
gepatenteerde Quickzyme™ technologie
hebben we een enzymatische test ontwikkeld.

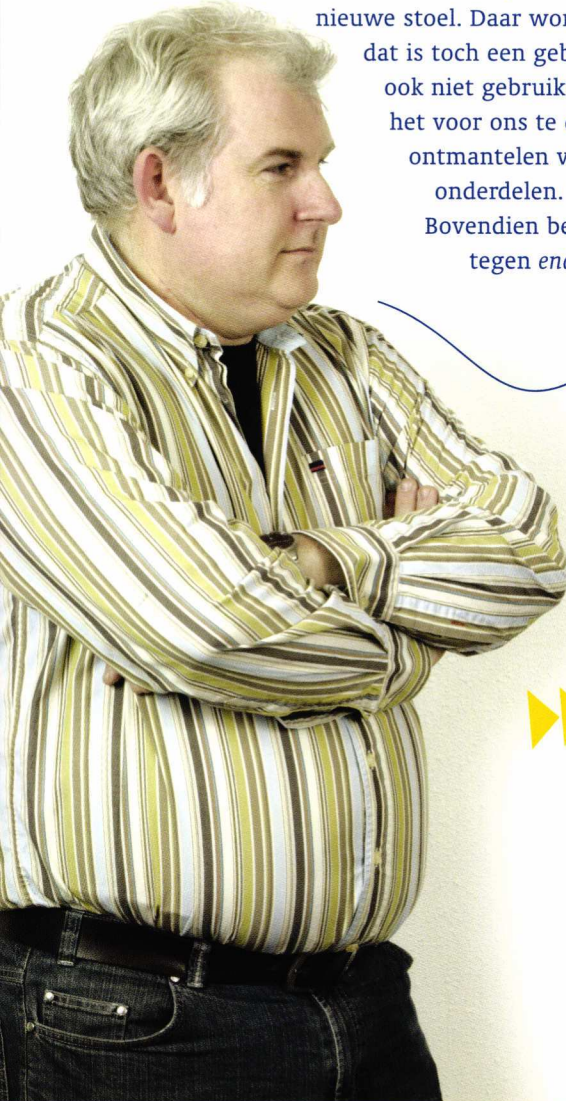
Met deze test kan worden aangetoond of een gifstof,
een toxinecomponent van de bacterie *Bacillus anthracis* die
anthrax veroorzaakt, actief is. Deze test zou ook goed bruik-
baar kunnen zijn om remmers tegen die gifstof te
selecteren. Daarnaast werken we regelmatig met
een functionele cytotoxische test. We hebben dus
verschillende testen in huis om de verbindingen
uit het arsenaal van Pyxis Discovery te screenen
op hun potentieel vermogen om de anthrax-
gifstof te remmen.



Netty Zegers, projectmanager, TNO



Na vijf jaar zijn onze zitmeubelen economisch afgeschreven. Maar als de gebruiker, een oudere of gehandicapte, voor die tijd overlijdt, zijn we soms verplicht om de stoel terug te kopen. Dat verschilt per zorgverzekeraar. Dan kun je twee dingen doen: je gooit de stoel in een container of je gebruikt onderdelen voor een nieuwe stoel. Je werkt dan met gerecycled materiaal. De nieuwe stoel voldoet aan de laatste specificaties en de koper krijgt dus echt een nieuwe stoel. Daar wordt soms nog wat raar tegenaan gekeken: dat is toch een gebruikte stoel? Nee, kringlooppapier is toch ook niet gebruikt papier! Ik was in de veronderstelling dat het voor ons te duur was om de teruggekochte stoelen te ontmantelen voor hergebruik van metalen en houten onderdelen. Dat wil ik graag laten doorrekenen. Bovendien ben ik benieuwd hoe andere bedrijven tegen *end of life management* aankijken.



Leo Bogaartz, directeur Alinda BV

Speciaal zitmeubel

Met de huidige stoelen blijkt het voor Alinda prijstechnisch inderdaad niet interessant om essentiële delen opnieuw te gebruiken. Voor nieuwe artikelen bewandelt Alinda voortaan andere wegen: al tijdens het ontwerp wordt rekening gehouden met hergebruik en dit wordt afgestemd met de toeleveranciers.

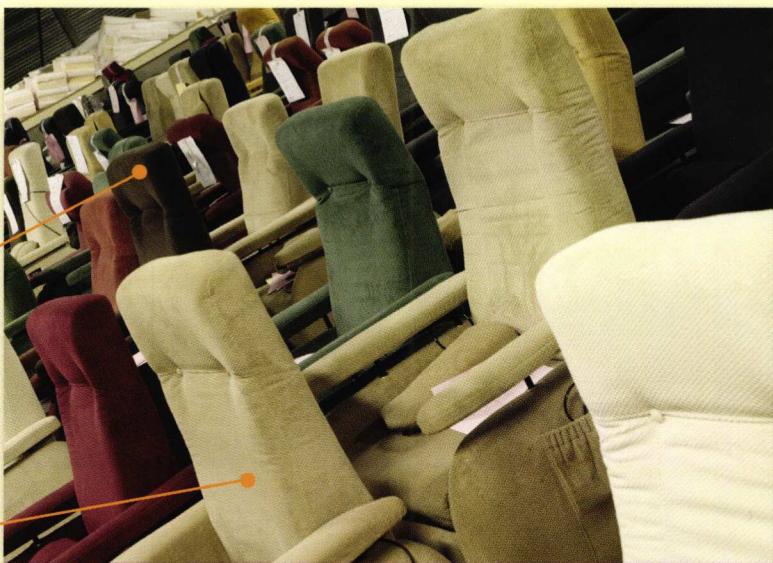
Welke materialen gebruik je op welke manier?

Nieuw of hergebruikt: zelfde kwaliteit, zelfde garantie.

De meeste bedrijven hebben geen idee wat voor waarde oude producten of onderdelen vertegenwoordigen. Wij kunnen voor hen doorrekenen of er inderdaad muziek in hergebruik zit. In algemene zin is het zo dat succes met *end of life management* vooral een kwestie is van markt, strategie en heel strak organiseren. Zo moet je bijvoorbeeld de inname goed regelen en een gedegen onderdelenregistratie voeren. Gebruikte onderdelen zijn vaak met bestaande technologieën prima op te waarderen. Soms is het interessant om bij *remanufacturing* nieuwe foefjes toe te voegen aan een onderdeel, zodat het meer functionaliteit krijgt. De analyses die we uitvoeren geven zicht op welke aanpassingen eventueel nodig zijn om hergebruik echt rendabel te maken.



Toon Ansems, coördinator ketenanalyses, TNO



Door zeegang, wind, golven en andere factoren komen er krachten te staan op een zeeschip en zijn lading. Informatie hierover moet eenvoudig en snel beschikbaar zijn voor de mensen in de stuurhut, zodat ze de juiste beslissingen kunnen nemen. Samen met Siri Marine onderzochten we hoe we met data en aansturing in systemen aan boord het beste kunnen omgaan. Dit project noemden we 'opto-elektrisch schip' en we gingen aan de slag met glasvezelkabels. Al werkende lopen we tegen allerlei problemen aan die we niet opgelost krijgen. In feite hebben we een klassieke fout gemaakt: vooraf hebben we ons einddoel al helemaal vastgelegd. Dat doe je natuurlijk niet met een onderzoeksproject... Om verder te kunnen, hebben we aanvullende kennis nodig.

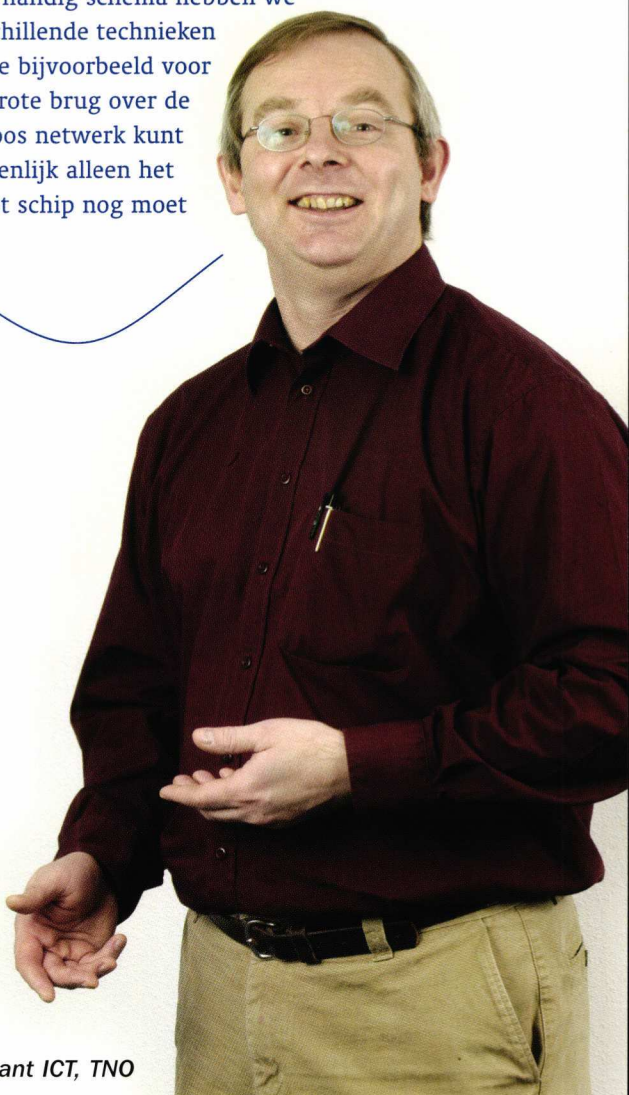


Max Duursma, directeur MaxControl BV en MaxCargo BV

Datacommunicatie aan



Het komt wel vaker voor dat de ondernemer de oplossing al in zijn hoofd heeft: wat komt er kijken bij datacommunicatie over glasvezel in een schip? We weten dat we zo'n vraag eerst moeten toetsen en misschien aanpassen: de goede vraag is immers het halve antwoord. Uit de verhalen en voorbeelden die ons werden verteld, destilleerden we de vraag: hoe kun je per schip en per situatie de datacommunicatie het beste organiseren? In een handig schema hebben we de (on)mogelijkheden van de verschillende technieken uitgewerkt. Daaruit blijkt dan dat je bijvoorbeeld voor het eenmalig vervoeren van een grote brug over de oceaan beter een tijdelijk draadloos netwerk kunt gebruiken en dat glasvezel eigenlijk alleen het overdenken waard is als je het schip nog moet bouwen.



Rieks Joosten, onderzoeker en consultant ICT, TNO

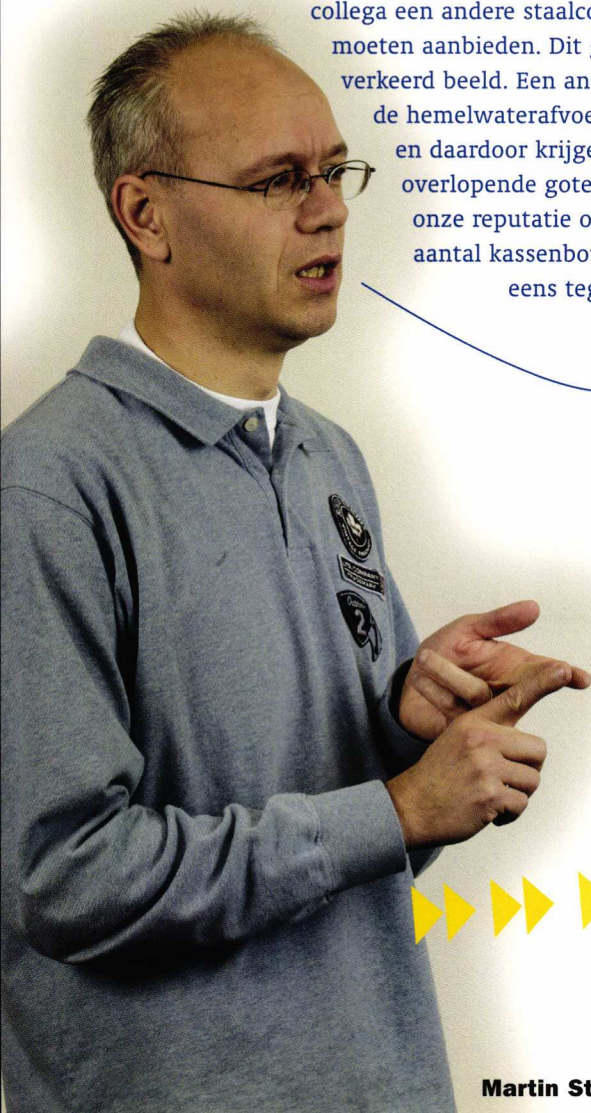
boord

Dankzij het schema is snel te zien welke techniek het meest geschikt is voor een bepaald project. Internet blijkt breed inzetbaar te zijn en daarom heeft MaxControl inmiddels de eigen software daarop aangepast, zodat er voortaan nog flexibeler kan worden ingespeeld op klantvragen.

Sensoren meten de draai-, rotatie- en lineaire versnellingen.

De bewegingen van de twee sleepbakken worden op de brug van de sleepboot zichtbaar gemaakt.

Onze klanten willen de ruimte in hun kassen nog beter benutten. Een grotere overspanning en het inrichten van een tweede teeltlaag bieden hiervoor een oplossing, maar beïnvloeden wel het ontwerp en de constructie van de kas. We hebben een goed rekenprogramma, maar dat is niet in staat deze berekeningen te maken. Daarom moeten we met benaderingen werken. Collega's doen dat ook en zo kan het gebeuren dat een collega een andere staalconstructie offreert dan wij menen te moeten aanbieden. Dit geeft de potentiële opdrachtgever een verkeerd beeld. Een andere actuele kwestie heeft te maken met de hemelwaterafvoer. De intensiteit van de buien neemt toe en daardoor krijgen kwekers steeds vaker te maken met overlopende goten. Dat doet hun gewas geen goed en onze reputatie ook niet. Graag zouden we met een aantal kassenbouwbedrijven deze twee kwesties eens tegen jullie aanhouden.



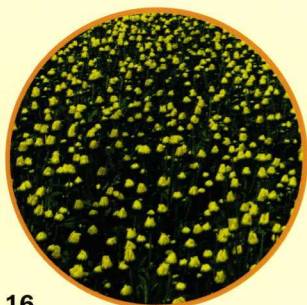
Martin Steentjes, directeur J.M. van der Hoeven BV

Kassenbouw

De rekenmethode voor de overspanning zal zo verfijnd zijn, dat die ook aangeeft op welke plekken een iets lichtere constructie kan worden toegepast. Dankzij het verkregen inzicht in de hemelwaterafvoer kunnen de kassenbouwbedrijven met elkaar richtlijnen ontwikkelen.

Speciale aandacht voor de verbinding van de profielen.

Om de 21,34 meter staat een kolom (normaal om de 8.00, 9.60, 12.80 of 16.00 meter).



In het kader van het programma 'Experimenten Kennisoverdracht MKB' hebben we een aantal oriënterende bijeenkomsten gehouden. Het was al snel duidelijk dat er een rekenmethode moest komen voor grotere overspanningen, een uitbreiding van de methode die er al is.

Die grotere overspanning wordt niet alleen ingegeven door de wens de ruimte efficiënter te benutten, maar ook door de toenemende automatisering in de kas. We hebben een lijst met specifieke aandachtspunten, vooral technische details, opgesteld en een demo gemaakt om partijen voor de verdere ontwikkeling te werven. We hebben ook onderzocht welke factoren de afvoercapaciteit van hemelwater bepalen.

Door praktijk en theorie naast elkaar te leggen, zijn de oplossingsrichtingen duidelijk geworden.

Zo bleek de overheersende windrichting een belangrijke rol te spelen.

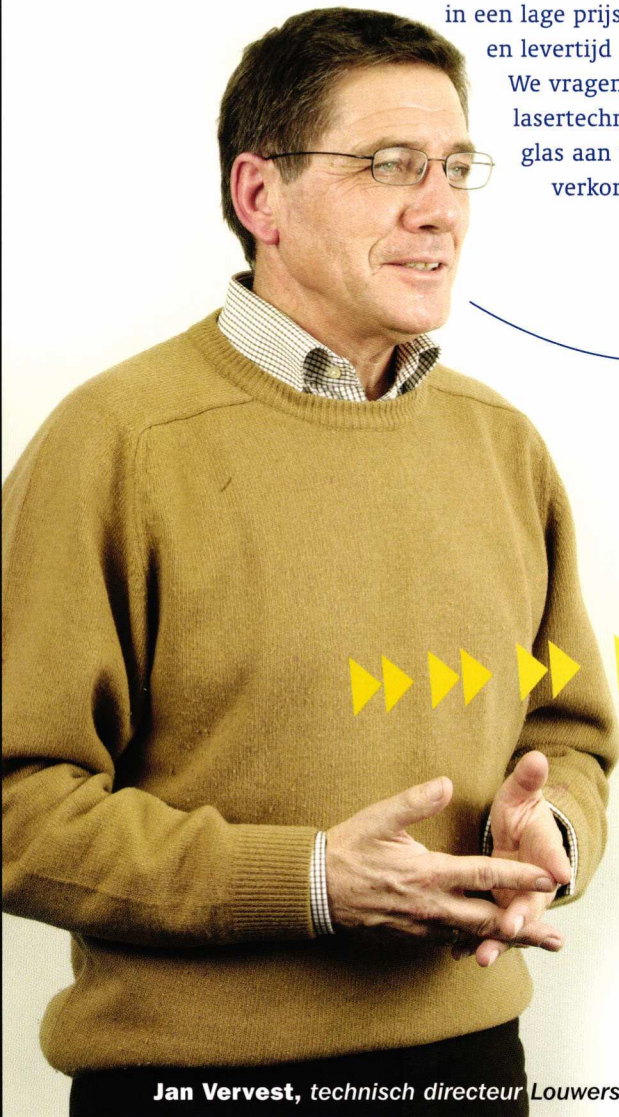


Hans 't Hart, specialist kassenbouw, TNO



Al vele jaren bewerken wij glas en keramiek voor allerlei voornamelijk technische toepassingen.

De *lab-on-chip*markt is in ontwikkeling en als glastechnisch bedrijf kunnen en willen we daarin mee. Een *lab on chip* is over het algemeen een glassubstraat voorzien van een kanalenstructuur in de orde van grootte van een haardikte. Normaal wordt die structuur met een fotolithografische techniek aangebracht en dat is een bewerkelijk proces. Klanten zijn niet in eerste instantie geïnteresseerd in een lage prijs, maar meer in een korte levertijd. Prijs en levertijd gaan bij fotolithografie echter gelijk op. We vragen ons af of het mogelijk is om met een lasertechniek de kanaalstructuur direct op het glas aan te brengen en zo de doorlooptijd te verkorten en de kosten te verlagen.



Jan Vervest, technisch directeur Louwers Glastechniek en Technisch Keramiek BV

Glassubstraat voor *lab*

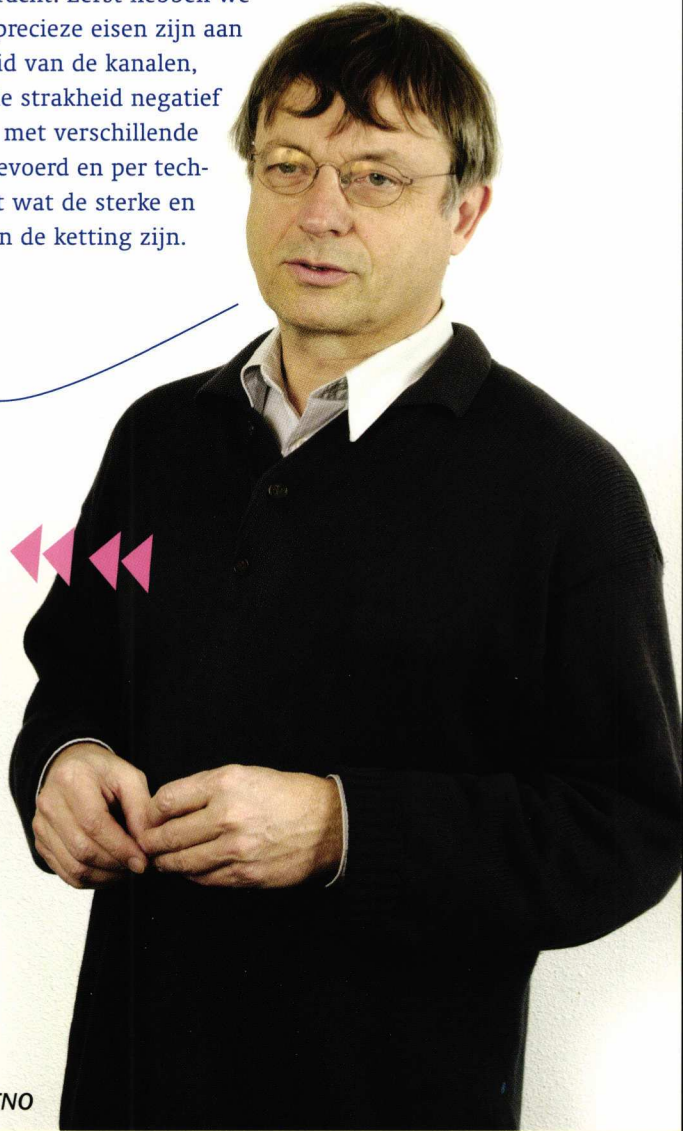
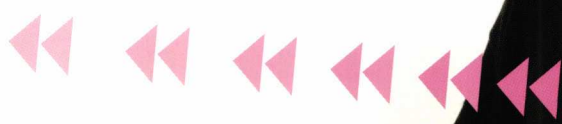
In korte tijd en met simpele testen is aangetoond dat het idee om lasertechnologie in te zetten levensvatbaar is. Bovendien is duidelijk geworden welke lasertechnologie de meeste potentie heeft. Louwers heeft met deze informatie een belangrijke strategische keuze kunnen maken.

De kanaaltjes zijn 100 tot 200 mu breed en 50 tot 100 mu diep.

Een substraat met koppelstukken is vrij toegankelijk voor allerhande apparatuur.

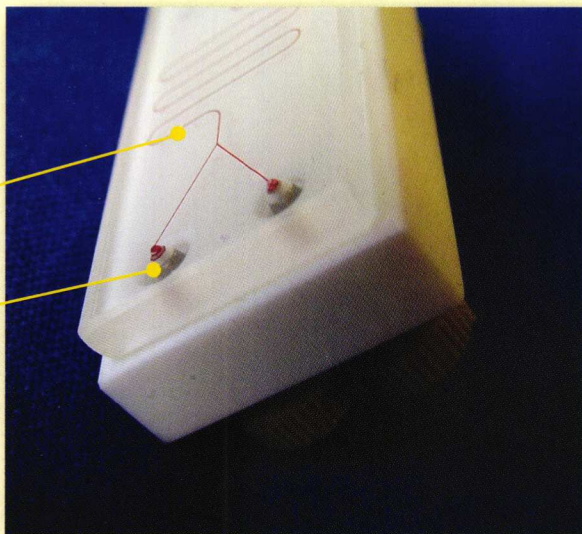
Louwers was een van de bedrijven die deelnamen aan het MKB-kennisoverdracht-project 'Low cost patroneren van glas en keramiek'.

In de halfgeleiderindustrie wordt gewerkt met silicium substraten, in de farmaceutische industrie met substraten van glas. In beide gevallen moeten er op het substraat kanalen in een zeer fijn patroon worden aangebracht. Eerst hebben we in kaart gebracht wat de precieze eisen zijn aan bijvoorbeeld de strakheid van de kanalen, maar ook welke factoren die strakheid negatief beïnvloeden. We hebben met verschillende technieken proeven uitgevoerd en per techniek in kaart gebracht wat de sterke en zwakke schakels in de ketting zijn.



Frits Gubbels, materiaalkundige, TNO

on chip



Ons bedrijf is wereldmarktleider in de na-oogstbehandeling van snijbloemen. Deze behandeling is gericht op het behoud van de sierwaarde en het verhogen van de houdbaarheid. De behandeling begint meteen na de oogst bij de kweker en vindt plaats in de hele keten tot en met de vaas op tafel bij de consument thuis. We zijn continu bezig met R&D en daarbij is het onder meer heel belangrijk te weten wat zich precies in die vaas afspeelt. We willen meer te weten komen over welke processen van belang zijn voor het verlengen van de houdbaarheid van bloemen nadat ze zijn geogst.



Jan Janssen, R&D manager Pokon & Chrysal International BV

Houdbaarheid van bloe



Een bloemenvaas kun je een beetje vergelijken met de dikke darm van een mens, het krioelt er van de bacteriën. Omdat we al vele jaren onderzoek doen naar bacteriën in onder andere de darmen, weten we veel over verandering in de samenstelling van de bacteriënpopulatie. Die kennis kunnen we één op één inzetten om helder te krijgen welke processen zich in bloemenwater afspelen. Zo helpen wij Pokon & Chrysal begrijpen waarvoor bepaalde bacteriën groeien en andere niet. Wij houden ons ook al heel lang bezig met zogenaamde *superabsorbers*. Hierbij kunnen we gelachtige structuren maken met bepaalde functionaliteiten. Het leek ons wel een goed idee om eens te kijken of deze technologie, waarop we een patent hebben, gebruikt kan worden voor een productinnovatie. We onderzoeken nu met elkaar verschillende mogelijkheden, zoals het doseren van voedingsstoffen en het belang van *slow release* daarbij.



Rik Thijssen, *business development manager, TNO*

men

Met het inzicht in de microbiologische processen dat in dit cofinancieringsproject wordt opgebouwd, kan Pokon & Chrysal verder werken aan haar productontwikkeling. De superabsorber-technologie biedt potentie voor concrete uitbreiding van het productengamma. TNO kan de nieuwe kennis inzetten voor de ontwikkeling van antimicrobiële verpakkingen en schimmelwerende verven.

In een vaas zitten wel 50 bacteriesoorten.

Misschien wordt het zakje wel vervangen door een gelpad.

We hebben opdracht gekregen om 102 bedieningsconsoles voor mijnenbestrijdingsvaartuigen te ontwerpen en te bouwen. We zijn ervaren in het bouwen van lessenaars en lessenaarsystemen, maar de militaire normen zijn zwaarder dan de industriële en standaard maritieme normen. Bovendien moeten we de klus in zeer korte tijd klaren. Normaliter werken we met prototypes: je probeert en verbetert wat tot je een goedwerkend geheel hebt. Tot slot toetsen de classificatiemaatschappijen of het resultaat aan de eisen voldoet. Nu moet het in één keer goed zijn. Op deelaspecten hebben we basiskennis in huis, maar vanwege de complexiteit en de hoge tijdsdruk betrekken we TNO graag vanaf de start bij het ontwerp.



Fred Steeghs, directeur Alewijnse Marine Systems BV

Bedieningsconsole voor mijnenbestrijdingvaartuig

In drie weken tijd werd de design review afgerond. Daarna kon direct worden begonnen met de productie van de panelen. Het Duitse Atlas, de hoofdaannemer van de Nederlandse Koninklijke Marine en de Belgische Marine, was onder de indruk van de enorme slagvaardigheid van Alewijnse.

De aluminium behuizing voorkomt magnetische veldstoringen.

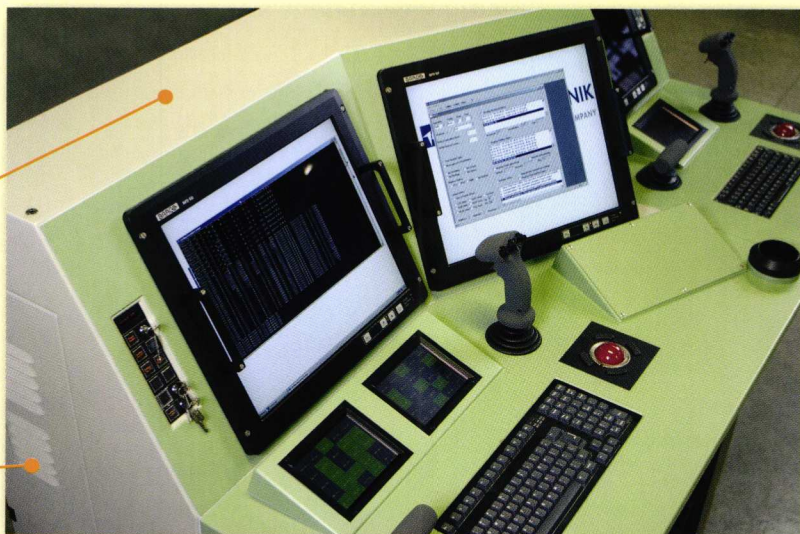
Koeling binnen een maximale geluidsnorm van 47 dB.

Om aan de technische eisen voor het totaalsysteem te voldoen, moeten de randvoorwaarden en mogelijkheden voor de verschillende onderdelen goed worden afgewogen. Bijvoorbeeld: kies je voor afzonderlijk montagebare bouwgroepen of voor één gesloten systeem vanwege de Elektro Magnetische Compatibiliteit (EMC). Daarom hebben we in korte tijd design reviews toegepast: gelijktijdig werken aan de verschillende deelaspecten. Vanuit de TNO-organisatie hebben we de specialisten in verschillende disciplines bij elkaar gezet. Denk bijvoorbeeld aan assemblagegericht modulair bouwen, geluidarm construeren, warmtehuishouding en EMC. In een aantal pragmatische werksessies zijn alternatieve productconcepten geëvalueerd en oplossingen gegenereerd om aan de eisen te voldoen. Parallel aan de ontwikkeling van het productconcept hebben we gewerkt aan de inrichting van het productie- en assemblageproces en zijn prototypes getest. Dit alles in drie weken tijd.

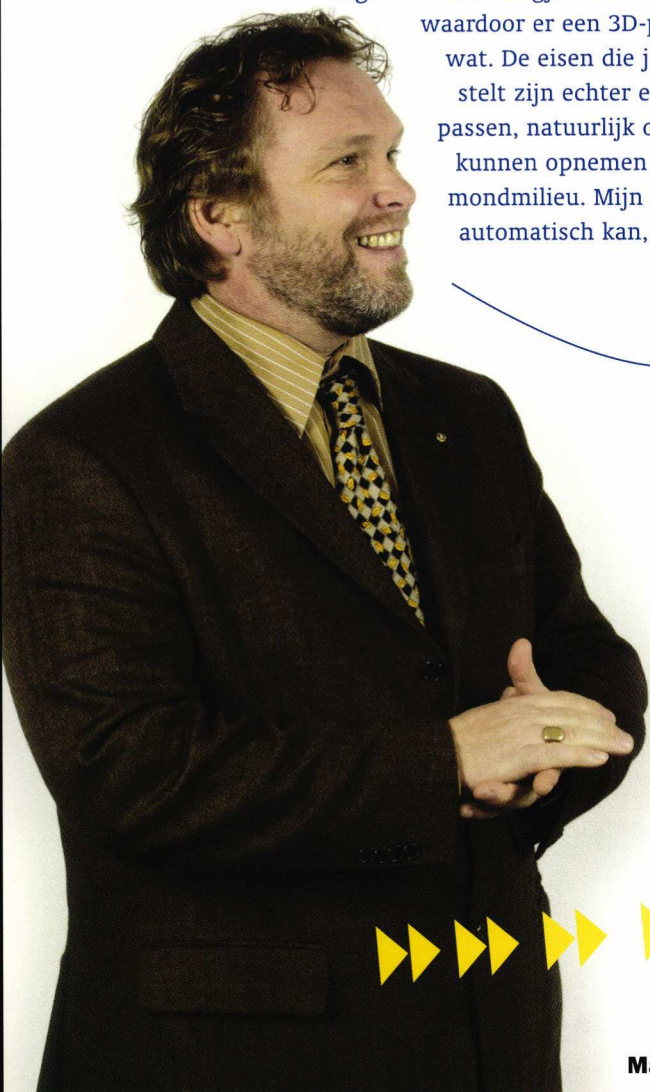


Bert Tuinzaad, senior consultant manufacturing engineering, TNO

en



De ambachtelijke tandtechnicus heeft zijn langste tijd gehad. We willen concurreren met lage-lonenlanden en daarom moeten we de productie van tandtechnische elementen automatiseren. Experimenten in mijn eigen tandtechnisch bedrijf hebben duidelijk gemaakt dat ik het breder moet aanpakken, dat ik naar het hele proces moet kijken, te beginnen bij de tandstomp in de mond van de klant. Ik las een artikel over het printen van producten, het op basis van een digitaal model laagje voor laagje aanbrengen van een materiaal waardoor er een 3D-product ontstaat. Dat lijkt me wel wat. De eisen die je aan tandtechnische elementen stelt zijn echter enorm hoog. Ze moeten precies passen, natuurlijk ogen, hard zijn, grote krachten kunnen opnemen en bestand zijn tegen het mondmilieu. Mijn droom dat het volledig automatisch kan, laat me niet los.



Malte de Moll, directeur CentraDent BV

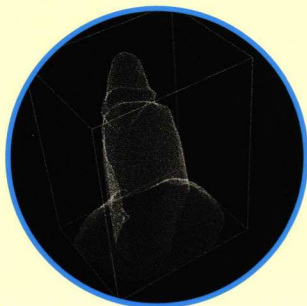
Tandtechnische elementen

Mede dankzij de gerichte kennisopbouw is Rapid Manufacturing van tandtechnische elementen inmiddels een commerciële activiteit. De kennis is ook toepasbaar voor andere producten.

Doorlooptijd: vier werkdagen (CentraDent) versus twee weken (traditionele productie).

Batchgewijze productie uit één plak zirkoon-dioxide (keramiek) bespaart kosten.

Tandtechnisch laboratorium stuurt scaninformatie van de tandstomp.

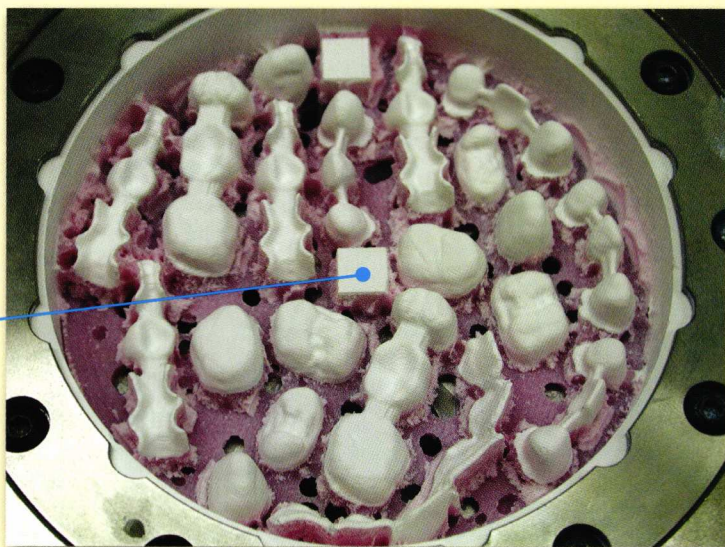


Toen Malte de Moll bij ons kwam, halverwege de jaren negentig, waren we juist bezig om de stap te zetten van Rapid Prototyping via Rapid Tooling naar Rapid Manufacturing, het direct vervaardigen van eindproducten zonder tussenkomst van gereedschappen. Om te kunnen realiseren wat Malte wil, moesten we een technologische oplossing vinden voor het scannen van de tandstomp, het automatisch kronen en bruggen genereren met behulp van een kennissysteem en het daadwerkelijk produceren. De ultieme droom van Malte bleek helaas nog een stap te ver. We hebben de lat eerst wat lager gelegd door volautomatisch keramische onderstructuren te frezen als draagconstructie voor het tandkleurig porselein. Dat productieproces wordt nu in samenwerking met een twintigtal tandtechnische laboratoria uitgevoerd. Onderwijl werken we verder aan de ontwikkeling van het volautomatische printen van tandtechnische elementen.



Wim van Vliet, projectleider *Rapid Manufacturing*, TNO

ten



Voor de verhoging van de vlieg-
veiligheid heeft de Koninklijke Luchtmacht
behoefte aan een systeem dat in beeld brengt waar in het
Nederlands luchtruim vogels vliegen. Hiervoor hebben we Robin
ontwikkeld: Radar Observation of Bird INTensity. Inmiddels zijn we toe
aan versie 4 en is het net zoals bij de vorige Robins de vraag met welke
elektronica en hardware we er een compleet product van kunnen maken.

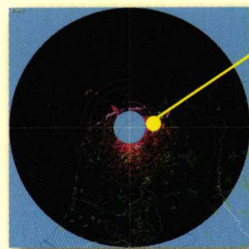
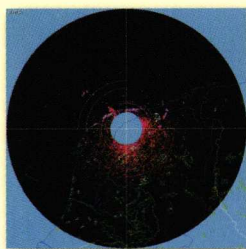
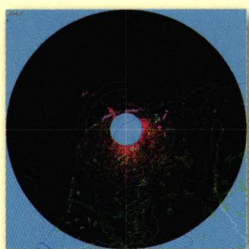
Kunnen jullie ons nu weer van dienst zijn met
het systeemontwerp en het bouwen van de
hardware? En zouden we deze keer ook
het *life cycle management* aan jullie
kunnen uitbesteden?



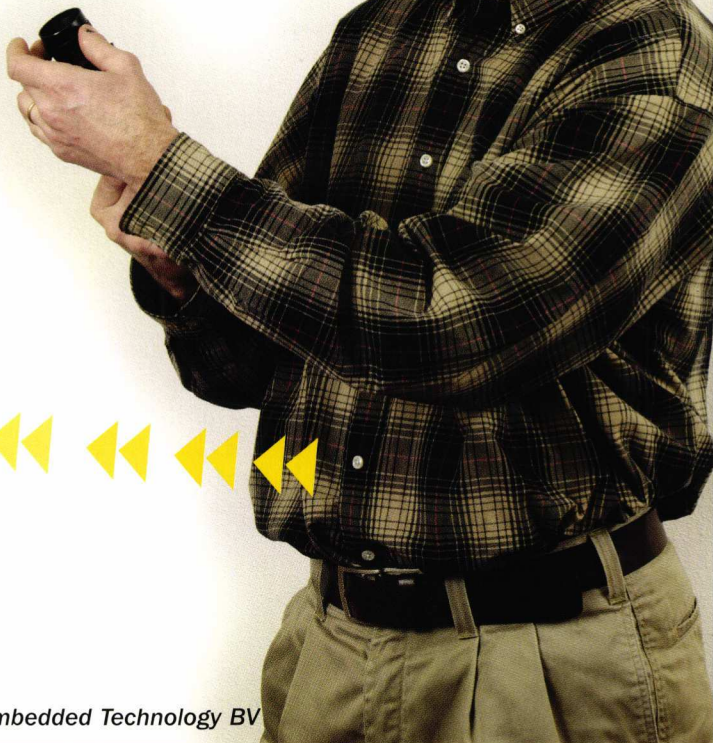
Addy Borst, projectleider, TNO

Robin: Radar Observation

TNO heeft de algoritmekennis en Chess bouwt het systeem erom-
heen. Samen zorgen ze voor een compleet product dat TNO aan de
Koninklijke Luchtmacht levert. Chess ondersteunt bij het onder-
houd, zodat TNO zich kan concentreren op haar kernactiviteiten.



Onze expertise ligt in de ontwikkeling en productie van complexe systemen: hard- en software en systeemintegratie. Bij Robin is een belangrijk aandachtspunt dat het radarsignaal heel flauw is. Je moet er zorgvuldig mee omgaan, anders ben je het kwijt. Bovendien moet je het signaal nauwkeurig uitfilteren om de goede informatie eruit te kunnen krijgen. Om het onderhoud op het systeem zo goed mogelijk te kunnen uitvoeren, hebben we de elektronica ontwikkeld op basis van onderdelen die commercieel verkrijgbaar zijn. In het kader van het *life cycle management* maken we regelmatig een systeemscan en als bijvoorbeeld blijkt dat onderdelen uit de markt worden genomen, nemen we in overleg met de klant maatregelen.

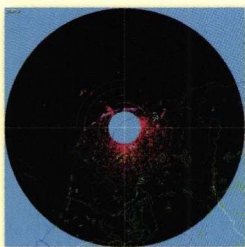
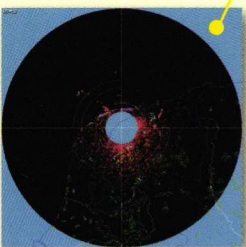


Ad Schipper, directeur Chess Embedded Technology BV

of Bird Intensity

Robin analyseert continu de bewegingen van vogels.

De radar scant verschillende luchtlagen af.



© RNLAf/KLU

Wij helpen bedrijven bij het helder maken van vloeistoffen. Hiervoor zetten we onder meer actieve kool in, een speciale variant hiervan kan ook de lucht zuiveren. Deze toepassing leidt bij ons een slapend bestaan, maar nu hebben we vanuit de markt het verzoek gekregen of wij kunnen helpen bij het voorkomen van stankoverlast bij rioelgemalen. Er is momenteel slechts één aanbieder van korrels die de veroorzaker van de rotte-eierenlucht, waterstofsulfide (H_2S), kunnen absorberen. Er is behoefte aan een andere aanbieder die met name op prijs kan concurreren. Na enige aarzeling zien we daar toch een behoorlijke kans voor ons liggen. We willen de zaak serieus aanpakken door eerst onze korrels op werking te laten testen.



Frank Kruij, bedrijfsleider Limburg Filter BV

Absorptiekorrels tegen

Na één jaar onderzoek en ontwikkeling heeft Limburg Filter de absorptiekorrels op de markt gebracht. Dit leverde veel positieve reacties op. Mede dankzij het onderzoeksrapport van TNO kan het bedrijf nu een vervolgtraject met praktijktesten inzetten.



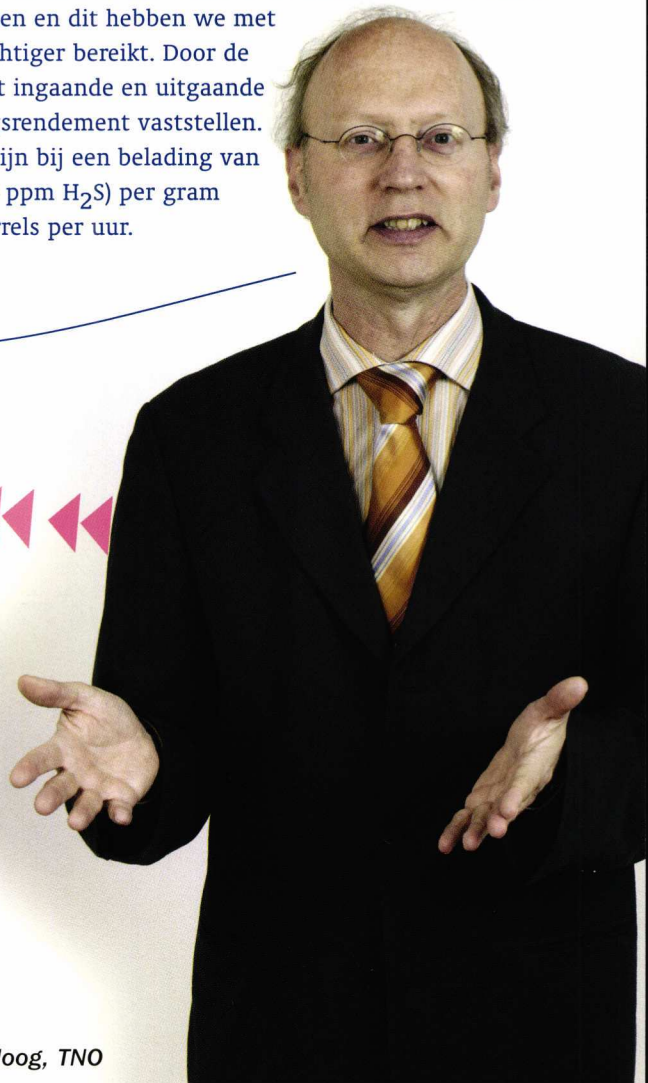
Op meer dan duizend locaties in Nederland voorkomen geurfilters stankoverlast.

Kaliumpermanganaat gaat een reactie aan met waterstofsulfide.

Eerst hebben we met Limburg Filter besproken wat er precies gemeten moest worden en onder welke condities. Zo is bijvoorbeeld een hoge luchtvochtigheid belangrijk, omdat deze ook in rioalgemalen wordt aangetroffen.

Vervolgens hebben we een meetopstelling gebouwd, met daarin kolommen gevuld met korrels, een luchtaanvoer en gasdebietmeters. Het samenstellen van de lucht is een kunst apart. De metingen zijn immers niet bij een rioalgemaal uitgevoerd, maar gewoon bij ons in het lab. De lucht moest wekenlang een constante concentratie H_2S en H_2O bevatten en dit hebben we met drukflessen en een luchtbevochtiger bereikt. Door de H_2S -concentratie te meten in het ingaande en uitgaande gas konden we het verwijderingsrendement vaststellen.

Deze bleek meer dan 99% te zijn bij een belading van 0,8 liter lucht (met 300 ppm H_2S) per gram absorptiekorrels per uur.



Johan van Groenestijn, milieutechnoloog, TNO

stankoverlast



Niet alleen voor de ondernemingen die onder de Van Boekel Groep (VB) vallen, maar ook voor externe partijen verzamelen we ruimtelijke informatie door luchtfotografie. In een vliegtuig heb je te maken met trillingen, veroorzaakt door bijvoorbeeld de motor of de wind. Deze trillingen moeten zo min mogelijk doorwerken in het camerasysteem. De vliegtuigbouwer kan ons geen informatie geven op welke plekken welke trillingen optreden.

Kunnen jullie die voor ons meten en advies geven over de demping?

Een motorzweefvliegtuig is heel wendbaar en kan ook heel laag en langzaam vliegen. Hierdoor kunnen we heel nauwkeurig vliegpatronen uitvoeren, die we van tevoren uitzetten. Hoe nauwkeuriger we vervolgens dit patroon vliegen, des de hoger de kwaliteit van de beelden. Is er een elektronisch hulpmiddel te maken waarop de piloot in één oogopslag kan zien of hij de juiste vliegbewegingen uitvoert?



Rick Ghauharali, *commercieel-technisch manager VB Ecoflight*



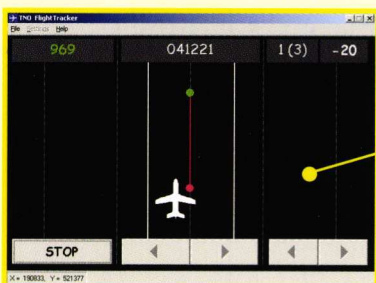
Op verschillende plekken in het vliegtuig hebben we sensoren aangebracht en met een meetcomputer hebben we tijdens het opstijgen, het vliegen en de landing de trillingen gemeten. De gegevens worden opgeslagen en naderhand kunnen we berekenen welke krachten waar optreden. In dit geval waren de maximale krachten nog binnen de grenzen die voor het camerasysteem toelaatbaar waren. Omdat er zo snel resultaten waren, bleef er nog een bedrag over van de innovatievoucher, die Ecoflight van SenterNovem had gekregen. Dat konden we gebruiken voor de Flight Tracker. De eisen waren onder meer: een klein scherm recht voor de piloot, een duidelijk beeld van de twee lijnen waartussen gevlogen moet worden en aansluiting op het bestaande GPS-systeem. De proefversie hebben we met een auto op de snelweg uitgetest en na een kleine aanpassing bij de klant geïnstalleerd.



Marc Hoppenbrouwers, *technisch fysicus, TNO*

Luchtfotografie

VB Ecoflight heeft nu de zekerheid dat het camerasysteem in het vliegtuig optimaal functioneert. De piloot kan precies zien of hij binnen de lijnen van het patroon vliegt en zo nodig corrigeren.



Vaak is de afstand tussen de vlieglijnen slechts 100 meter.

Een kwestie van signaalverwerking en visualisatie van meetresultaten.

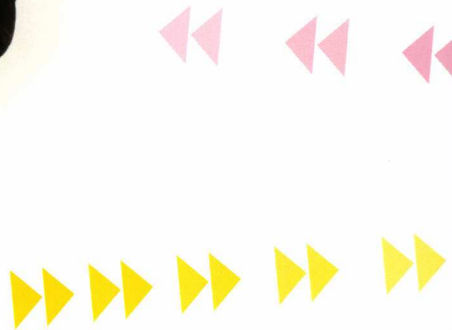


Mensen komen vaak bij ons terug met een herhalingsbestelling: die schoenen waren zo goed, kunt u nog een keer precies dezelfde leveren?

Doordat ons productieproces nog veel handmatige bewerkingen kent, is het heel moeilijk om twee keer hetzelfde te doen. Voor orthopedische producten is dat juist erg belangrijk. De mal voor de leesten maken we al met de computer, het leer snijden we al met de computer, maar tussen het leer en de leest zit nog iets wat 'supplement' heet. Dit is een soort voetbed en dat wordt nog helemaal met de hand gedaan. Dat onderdeel zouden we ook graag digitaal ontwerpen en produceren. Kunnen we deze case inbrengen in het kennisoverdrachtproject Rapid Manufacturing?



Rob Verwaard, directeur Wittekamp en Broos BV



Orthopedische schoenen

De gewenste innovatie in het productieproces blijkt te realiseren door een combinatie van bestaande technieken. Bovendien is er nu voor alle orthopedische schoenmakers die participeerden in dit programma 'Experimenten Kennisoverdracht MKB' inzicht in de mogelijke opbrengst van een supplementfreesmachine. Een prototype wordt gebouwd in het kader van het project Digitaal Nederland.

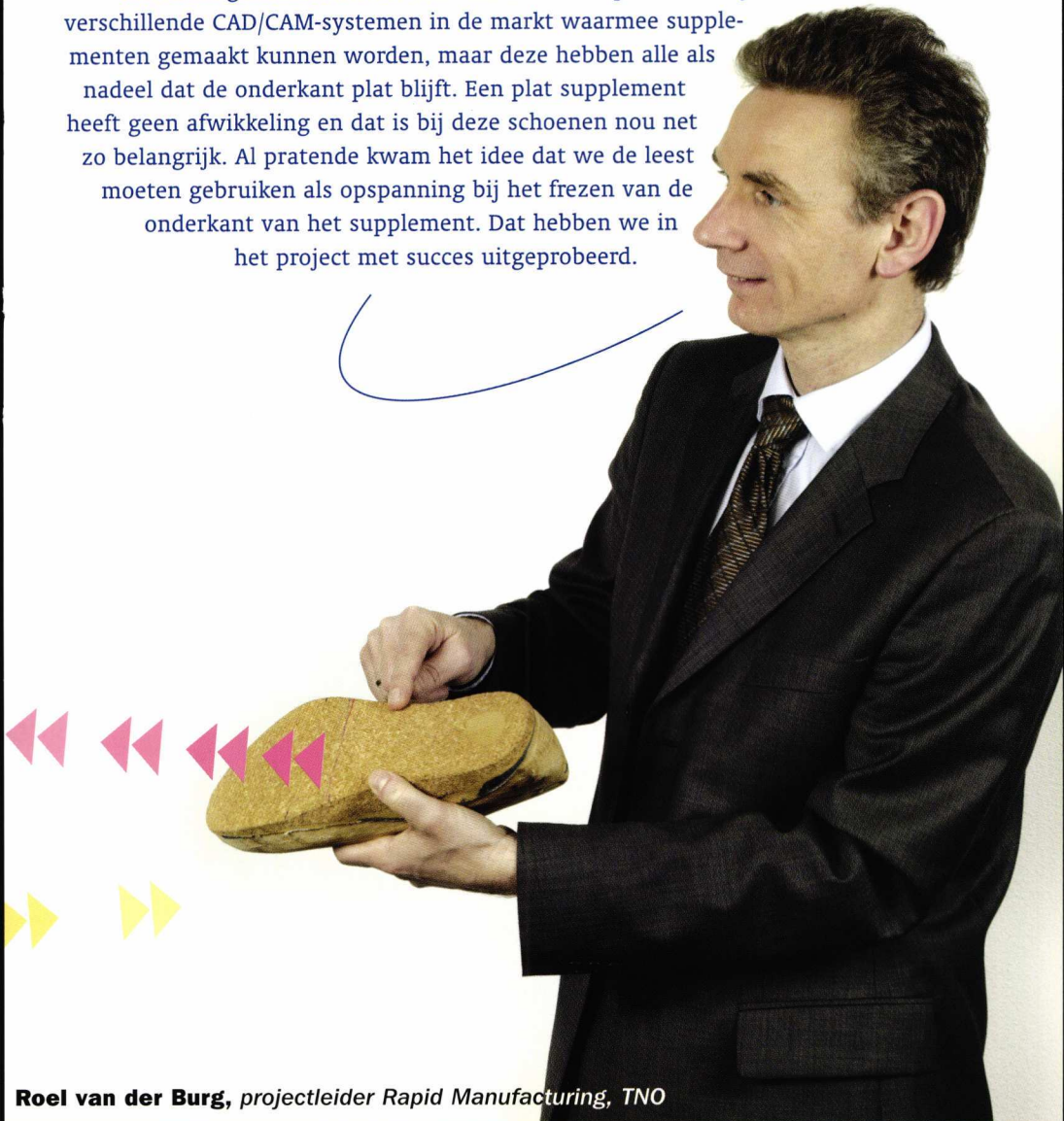


De leest met verlijmden lagen is stevig genoeg voor opspanning.

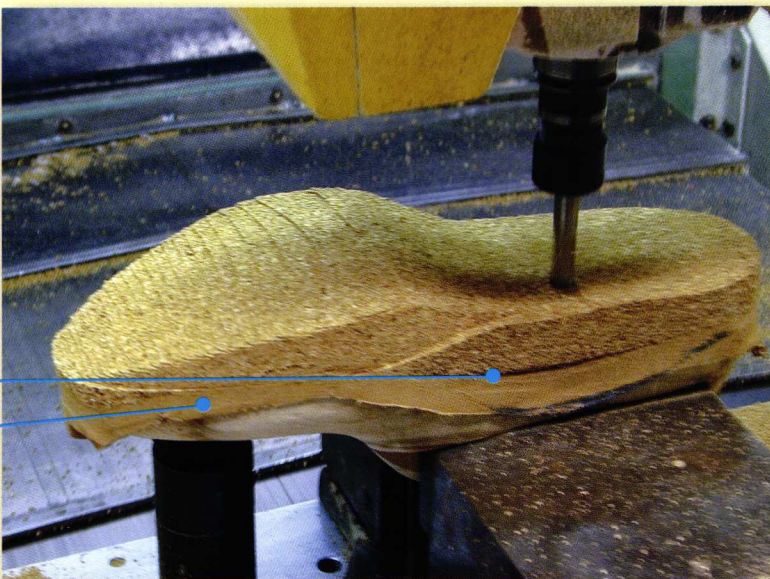
Ruwheid en vorm zijn goed van kwaliteit.

Het supplement is opgebouwd uit kurk, vilt en een thermoplastisch materiaal.

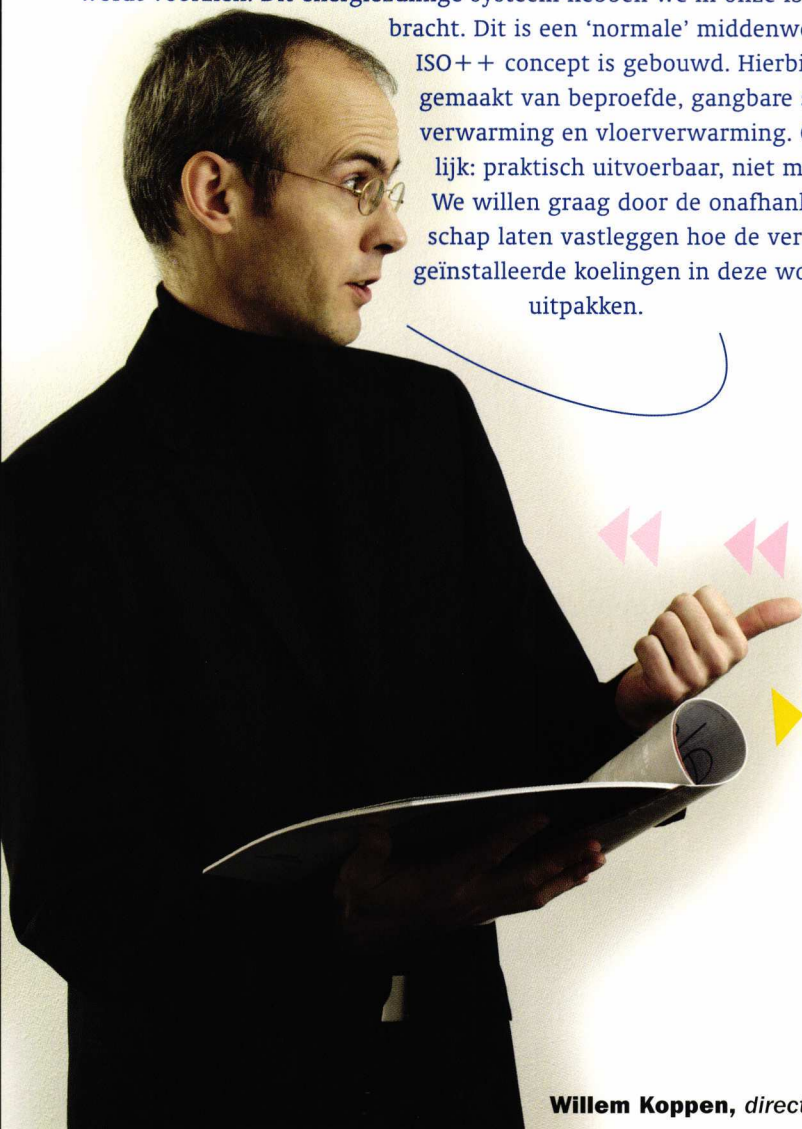
Vanwege de functionele eisen moet dit zo blijven. Deze materialen zijn echter nog niet geschikt voor het laagsgewijs opbouwen met Rapid Manufacturing en daarom hebben we onze toevlucht genomen tot het conventionele verspanen. Er zijn al wel verschillende CAD/CAM-systemen in de markt waarmee supplementen gemaakt kunnen worden, maar deze hebben alle als nadeel dat de onderkant plat blijft. Een plat supplement heeft geen afwikkeling en dat is bij deze schoenen nou net zo belangrijk. Al pratende kwam het idee dat we de leest moeten gebruiken als opspanning bij het frezen van de onderkant van het supplement. Dat hebben we in het project met succes uitprobeerd.



Roel van der Burg, projectleider Rapid Manufacturing, TNO



Eigenlijk bestaat er geen goede koelmogelijkheid in de woningbouw. Mensen zijn aangewezen op energievretende mobiele of geïntegreerde airco's. Samen met marktpartijen hebben wij een installatieconcept bedacht waarbij een bodemwisselaar water van circa 12 °C door de warmtewisselaar van de luchtverwarming leidt en de hele woning via de bestaande kanalen van koele lucht wordt voorzien. Dit energiezuinige systeem hebben we in onze ISOzerowoning aangebracht. Dit is een 'normale' middenwoning die volgens ons ISO++ concept is gebouwd. Hierbij hebben we gebruik gemaakt van beproefde, gangbare systemen voor luchtverwarming en vloerverwarming. Ons motto is namelijk: praktisch uitvoerbaar, niet morgen, maar nu. We willen graag door de onafhankelijke wetenschap laten vastleggen hoe de verschillende geïnstalleerde koelingen in deze woning uitpakken.



Willem Koppert, directieadviseur VBM Alkmaar

Zomerkoeling in de wo

VBM Alkmaar weet nu wat de warmtelast en de koellast is van de energiezuinige ISO++ woning en welke factoren deze in welke mate beïnvloeden. Bovendien weet de onderneming nu dat het mogelijk is om met de energiezuinige bodemwisselaar een fantastisch comfort in de woning te krijgen. Weer een stap gezet in de richting van grootschalige introductie.

Zonwering kan de koellast flink omlaag brengen.

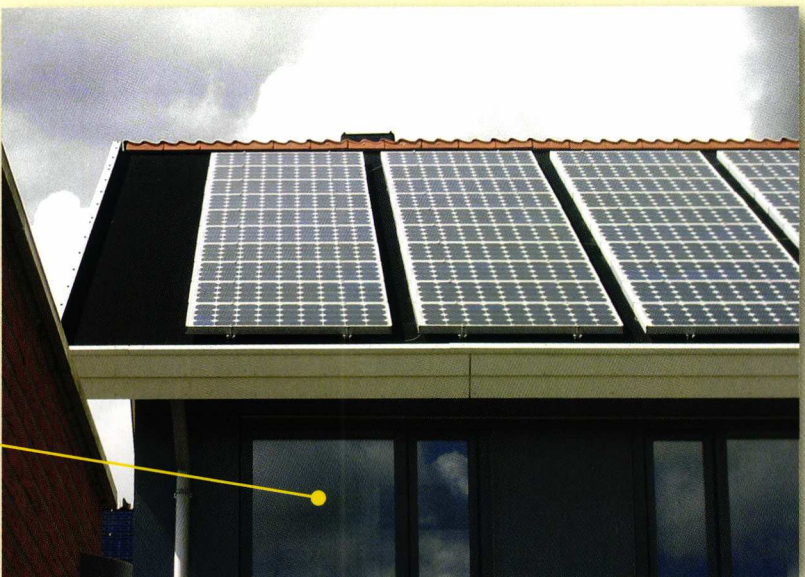
Zes warmtewisselaars gaan tot 35 meter de bodem in.

In iedere ruimte hebben we sensoren geplaatst die de temperatuur, luchtsnelheid en zonnestraling continu meten. Een jaar lang hebben we deze indicatoren voor het binnenklimaat gemeten. Op basis van de meetgegevens hebben we het comfortniveau in de woning bepaald bij vloerkoeling, luchtkoeling, mobiele koeling en luchtverwarming. Het comfort is afhankelijk van de luchttemperatuur en de luchtsnelheid in de ruimte. Ook hebben we de energiestromen in die woning in kaart gebracht: hoeveel energie gaat er van de warmtepomp de woning in? Hoeveel energie wordt er uit de bodem gehaald in de winter? Hoeveel energie wordt er in de zomer teruggevoerd naar de bodem als er wordt gekoeld? In de zomer is het comfort goed, maar het energiegebruik nog aan de hoge kant. Omdat we nog geen echte winter hebben gehad, hebben we voor de winter nog geen harde conclusies kunnen trekken. Dat hopen we na deze winter te kunnen doen.



Berrie van Kampen, senior projectleider, TNO

ning



Samen met enkele andere bedrijven zijn we geïnteresseerd in de mogelijkheden die magnesiumextrusie biedt. Magnesium is dertig procent lichter dan aluminium, waardoor je meer functionaliteit aan een product kunt toevoegen, zonder dat het product zwaarder wordt. Een groot voordeel voor producten die toch vooral makkelijk verplaatsbaar of draagbaar moeten zijn, zoals een rollator, maar ook een gsm, laptop of fiets. Magnesiumextrusie is voor ons een volledig onbekend terrein. Wat zijn de productietechnische mogelijkheden? Hoe zit het met corrosiebescherming, verspanen, verbinden, vormvrijheid?



Marten Ries, projectmanager Berm Engineering VOF

Een lichte rollator

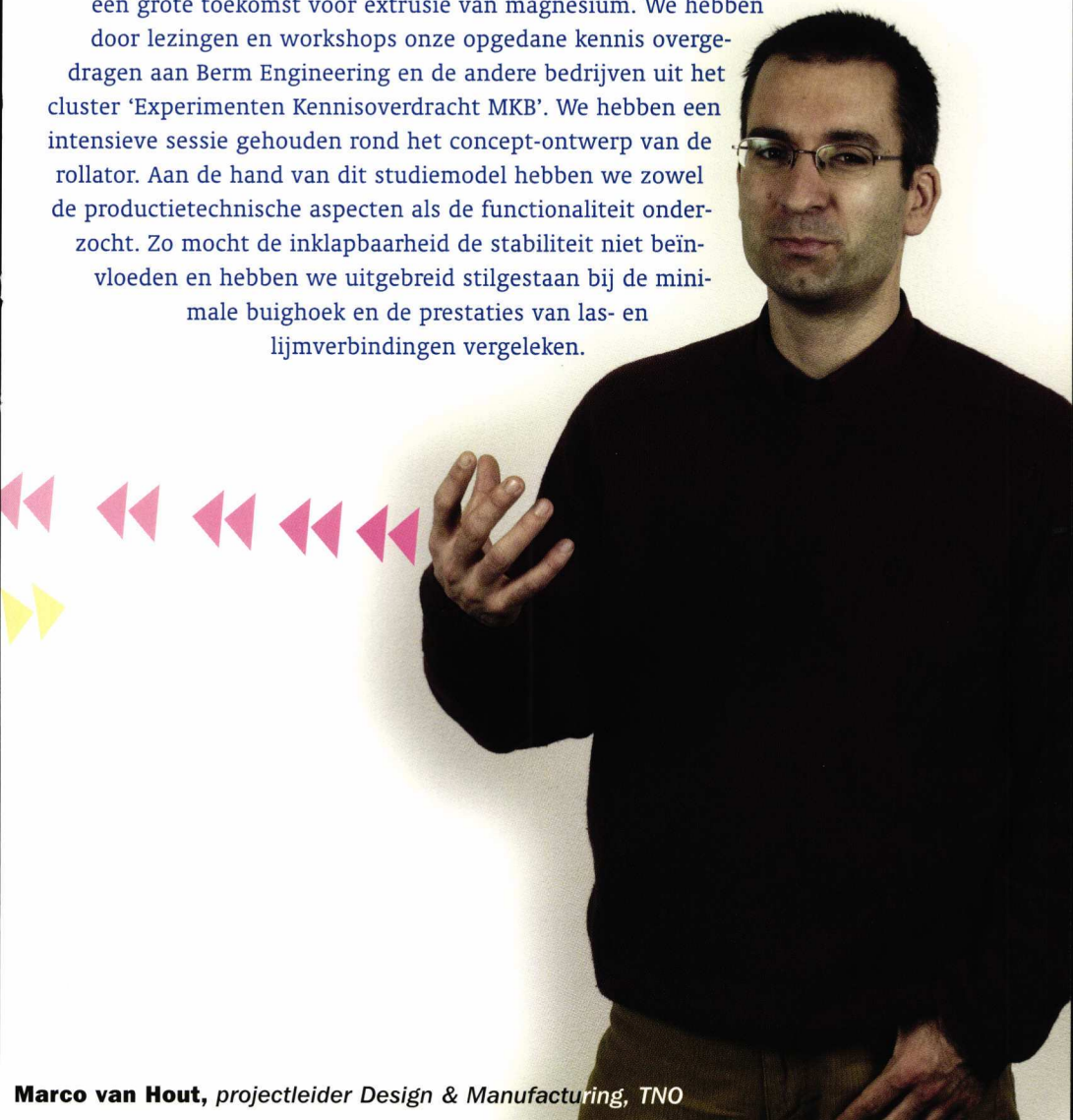
De hele keten van magnesiumlegering tot en met de toepassing van magnesium extrusieprofielen vraagt nog enkele optimalisatiestappen, maar Berm Engineering heeft goed zicht gekregen op de mogelijkheden van magnesiumextrusie.

Het studiemodel bevat ook draai- en freesdelen.



Lasbewerkingen leveren goede resultaten op.

Gegoten magnesium componenten worden al lange tijd toegepast. Vooral door grote bedrijven uit de automotive en elektronica branche. Enkele jaren geleden hebben wij besloten ons te verdiepen in de mogelijkheden van extrusie. Extrusieprofielen van aluminium worden op grote schaal toegepast. Door de bestaande vraag naar steeds lichtere constructies ligt er ook een grote toekomst voor extrusie van magnesium. We hebben door lezingen en workshops onze opgedane kennis overgedragen aan Berm Engineering en de andere bedrijven uit het cluster 'Experimenten Kennisoverdracht MKB'. We hebben een intensieve sessie gehouden rond het concept-ontwerp van de rollator. Aan de hand van dit studiemodel hebben we zowel de productietechnische aspecten als de functionaliteit onderzocht. Zo mocht de inklapbaarheid de stabiliteit niet beïnvloeden en hebben we uitgebreid stilgestaan bij de minimale buighoek en de prestaties van las- en lijmverbindingen vergeleken.



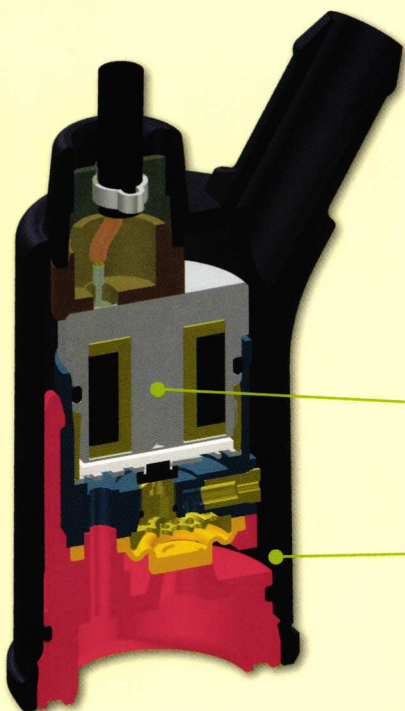
Marco van Hout, projectleider Design & Manufacturing, TNO



De lat wordt weer hoger gelegd voor de emissie-eisen aan benzinevoertuigen. Als LPG-branche moeten we daarin mee en met ons derde generatie systeem hebben we het plafond bereikt. Dit systeem hebben we binnen Koltec-Necam BV, dat nu in TeleflexGFI Europe is opgegaan, samen met jullie ontwikkeld. We weten over en weer wat we weten en hoe we denken. Daarom willen we de vierde generatie graag weer met TNO ontwikkelen. Deze zal niet meer gebaseerd zijn op continu injecteren, maar op injecteren per verbrandingscyclus. Dit vraagt om een zeer nauwkeurige dosering.

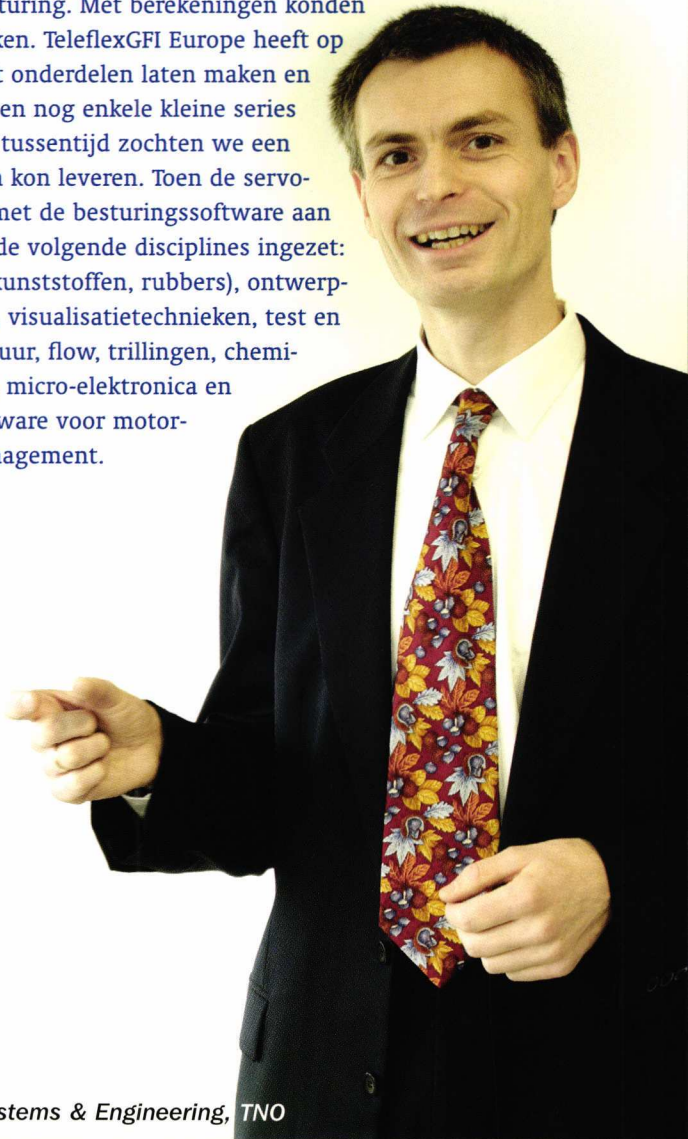


Jos Hurenkamp, *manager system engineering TeleflexGFI Europe*



In dit productontwikkelingsproject hebben we eerst met elkaar de systeemspecificaties opgesteld. Daarna concentreerden we ons op de injector. Om per cilinder exact de juiste hoeveelheid gasvormige brandstof te kunnen inspuiten, moet de klep heel snel en heel kort open kunnen.

Hiervoor is echter weinig energie beschikbaar. Daarom hadden wij een voorstuurklepje bedacht: servosturing. Met berekeningen konden we aantonen dat dit zou werken. TeleflexGFI Europe heeft op basis van onze tekeningen wat onderdelen laten maken en het bleek te werken. Wij hebben nog enkele kleine series prototypes gemaakt en in de tussentijd zochten we een bedrijf dat het klepje voortaan kon leveren. Toen de servosturing rond was, konden we met de besturingssoftware aan de slag. Al met al hebben we de volgende disciplines ingezet: materiaalkennis (metalen, kunststoffen, rubbers), ontwerp-kennis, rapid prototyping, visualisatietechnieken, test en validatie (druk, temperatuur, flow, trillingen, chemische resistentie, etc.), micro-elektronica en embedded software voor motor-management.



Jan Benders, manager Control Systems & Engineering, TNO

LPG-systeem

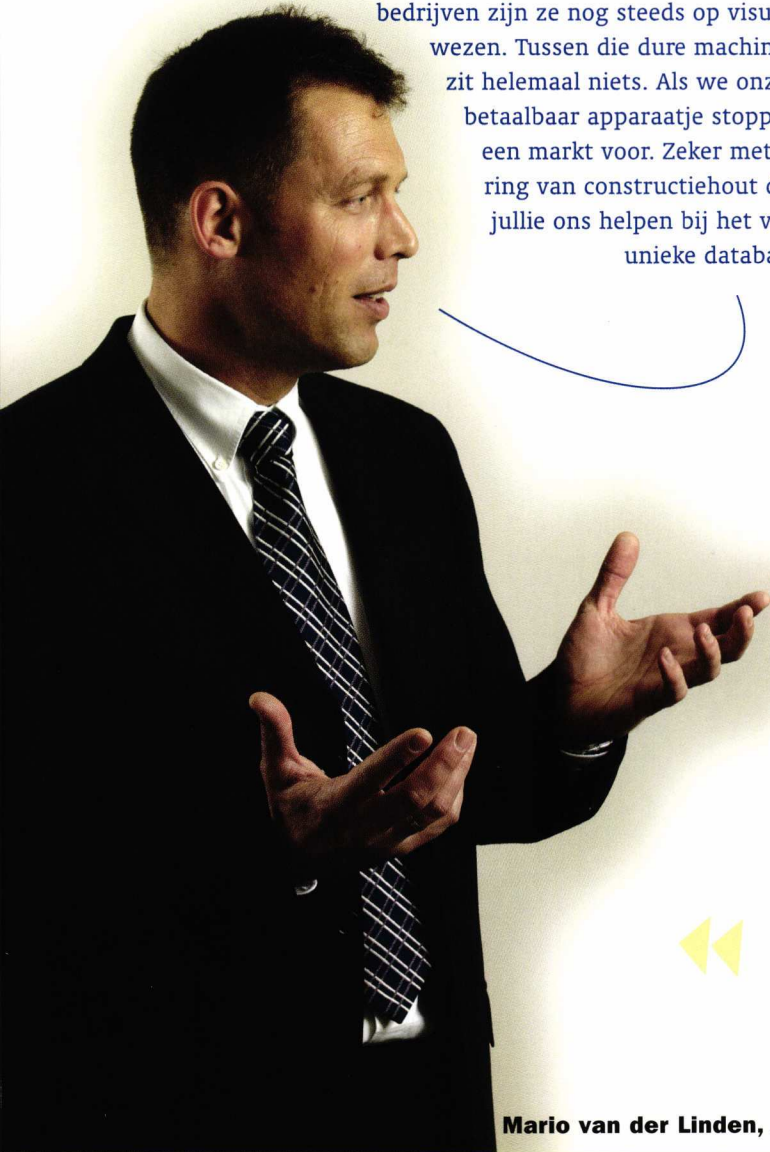
De vierde generatie is inmiddels met succes op de markt gebracht. Zoals gebruikelijk evolueert de software nog verder en hieraan werkt TeleflexGFI Europe samen met TNO. TNO heeft weer meer kennis op het gebied van de toepassing van duurzame brandstoffen.

Het voorstuurklepje doet de grote klep open en dicht.

Beïnvloeding van het benzine OBD-systeem (On Board Diagnostic) in het voertuig is taboe.



In de loop der jaren hebben wij ontzettend veel houtsoorten onderzocht. De kennis die we zo hebben verzameld, is interessant voor iedereen die met constructiehout werkt. Maar tot nu toe leveren we die kennis slechts incidenteel op afroep. Grote bedrijven werken met sterktesorteermachines die tonnen kosten. Bij andere bedrijven zijn ze nog steeds op visuele beoordeling aangewezen. Tussen die dure machines en het menselijk oog zit helemaal niets. Als we onze unieke database in een betaalbaar apparaatje stoppen, is er volgens ons wel een markt voor. Zeker met het oog op de certificering van constructiehout die eraan komt. Kunnen jullie ons helpen bij het vermarkten van onze unieke database?



Mario van der Linden, manager markt Bouw, TNO

De Timber Grader MTG



Zo'n theoretisch idee is natuurlijk prachtig, maar voor ons is belangrijk of het te vertalen is naar een werkbaar instrument waaraan veel mensen in de praktijk wat kunnen hebben. Dus we onderzoeken eerst precies wat het kan en of de markt daar inderdaad behoefte aan heeft. Wij kennen de markt goed, want we maken vochtmeters voor de sector waar hout voor constructiedoeleinden wordt verwerkt.

Daarnaast hebben we kennis van en ervaring met het maken van meetinstrumenten en we weten welke eisen de vakman aan een apparaat stelt. Het bleek inderdaad een levensvatbaar productidee te zijn. Samen hebben we andere mensen van TNO ingeschakeld voor het industriële ontwerp. Het hele concept is zo opgebouwd, dat als de certificering er straks is, het apparaat op het gekeurde hout een merk kan achterlaten.



Pieter Rozema, technisch-commercieel directeur Brookhuis Micro Electronics

Het resultaat van de samenwerking is een professioneel product waarvan de eerste exemplaren al verkocht waren voor ze uit de fabriek kwamen.

Een hamertje in het apparaat geeft een tik op het hout.

Op basis van de akoestische trilling is de sterkte te berekenen.

Op het scherm is te zien of het hout aan de norm voldoet.



Levert dit proces **reproduceerbare** producten op?



Wij willen onze hypothese **valideren**.



Kunnen jullie **doorrekenen** of dit idee rendabel is?



We moeten meer **weten**, anders kunnen we niet verder...



Is er een **rekenprogramma** te ontwikkelen?



Met welke technologie kunnen we **sneller** en **goedkoper** werken?



Welke **factoren** zijn van belang?



Hoe kunnen we dit **nieuwe product** snel ontwikkelen en produceren?



Is **volautomatische** productie mogelijk?



Help ons er een **compleet** product van te maken!



Voldoet ons product aan de **eisen**?

Wij willen het productieproces **optimaliseren**, kan dat?



Zijn er handmatige bewerkingen te **automatiseren**?



Kunnen jullie verschillende systemen voor ons **vergelijken**?



Wat zijn de productietechnische **mogelijkheden** van dit materiaal?



De lat ligt weer hoger voor deze **nieuwe generatie**, kunnen wij er samen aan werken?



Kunnen we samen een product in de **markt** zetten?



Door samen te werken aan **innovatie** zijn productieprocessen geoptimaliseerd, is er inzicht in de (on)mogelijkheden van een nieuw materiaal of nieuwe technologie, zijn veronderstellingen onderbouwd door cijfers, zijn ontwikkelingen met minder potentie stopgezet en nieuwe producten in de markt gezet, kunnen berekeningen makkelijker worden uitgevoerd... oftewel, hebben bedrijven hun **concurrentiekracht** vergroot.



Met welke bedrijven

Bij de cases in dit boekje gaat het soms om een samenwerking van één op één: een bedrijf legt een vraag of probleem aan TNO voor, of ook wel andersom: TNO zoekt samenwerking met een MKB'er om haar kennis te vermarkten. Bij andere cases zijn meer bedrijven betrokken, soms collega's, soms bedrijven in één keten. Dit overzicht geeft aan welke bedrijven bij de verschillende projecten betrokken zijn geweest.

| Case | Bedrijf |
|---|--|
| Producten van zetmeelpolymeer | Technische Industrie Van der Sar |
| Medicijn tegen Anthrax | Pyxis Discovery |
| Speciaal zitmeubel | <ul style="list-style-type: none">• Alinda BV• Kuijpers Baeten Elektrotechniek• ACE Re-use Technology BV• NIMA Speciaalwerk BV• KOAT BV• Textilia |
| Datacommunicatie aan boord | <ul style="list-style-type: none">• MaxControl BV• MaxCargo BV• Siri Marine• Variass Electronics• Airborne Systems BV |
| Kassen met meer ruimte | <ul style="list-style-type: none">• J.M. van der Hoeven BV• J. Eekhout BV• Wagro Holland BV• Bosch Inveka BV• Van Diemen BV• Dalsem BV• Technokas BV• Alcomij BV• Boal Systemen BV• Klimrek concept |
| Glassubstraat voor <i>lab on chip</i> | <ul style="list-style-type: none">• Louwers Glastechniek en Technisch Keramiek BV• Betronic Hybrid Circuit• Ferro Techniek BV• Excilas• Ceratec Technical Ceramics BV• Innalox BV |
| Houdbaarheid van bloemen | Pokon & Chrysal International BV |
| Bedieningsconsole voor mijnenbestrijdingsvaartuigen | Alewijnse Marine Systems BV |

werd samengewerkt

| Case | Bedrijf |
|--|---|
| Tandtechnische elementen | CentraDent BV |
| Robin: Radar Observation of Bird Intensity | Chess Embedded Technology BV |
| Absorptiekorrels tegen stankoverlast | Limburg Filter BV |
| Luchtfotografie | VB Ecoflight (met een Innovatievoucher van SenterNovem) |
| Orthopedische schoenen | <ul style="list-style-type: none">• Wittekamp en Broos BV• Buchrnhornen BV• Van Dalen Orthopedie BV• Somas• Prodysee BV• G.M. Medical Bracing BV• Instrumentmakerij Medeja VOF• Spierings Medische Technologie• L.J. Jonkman Instrumentmakerij |
| Zomerkoeling in de woning | <ul style="list-style-type: none">• Vos Projectontwikkeling BV (VBM)• Vos Duurzaam BV (VBM)• J. en P. Schouten Installatietechniek BV• Nordic Europe• Brink Climate Systems BV• ECN Financiële ondersteuning door de Provincie Noord-Holland - Kennisoverdracht Syntens Bouwinnovatiekring |
| Een lichte rollator | <ul style="list-style-type: none">• Berm Engineering VOF• Graviabell Holding BV• Motio Development VOF• Dutch Precision Tooling BV• Machinefabriek Van der Hoorn• Outokompu Copper HME BV• Koninklijke Gazelle BV |
| LPG-systeem | TeleflexGFI Europe |
| De Timber Grader MTG | Brookhuis Micro Electronics |

Contact

Wilt u weten wat samenwerking met TNO u kan opleveren, neem dan contact op met de accountmanager in uw branche. Hij of zij kan met u de verschillende mogelijkheden doornemen en met u nagaan op welke manier u door innovatie de concurrentiekracht van uw bedrijf kunt vergroten.

U kunt ook uw contactpersoon bij Syntens vragen om u hierbij te ondersteunen en indien nodig andere partijen te zoeken voor samenwerking.

| Bouw | | |
|--|------------------------|--|
| Aannemers Bouw en Uitvoering | Hans Lievense | T 015 286 31 21 hans.lievense@tno.nl |
| Afwerking van gebouwen (Gespecialiseerde aanneming) | Chris Geurts | T 015 276 31 62 chris.geurts@tno.nl |
| Architect-, Ingenieursbureaus bouw | Aart de Geus | T 015 286 30 42 aart.degeus@tno.nl |
| Beton/cement/gips | Rob Polder | T 015 276 32 22 rob.polder@tno.nl |
| Bouwinstallatie | Aart de Geus | T 015 286 30 42 aart.degeus@tno.nl |
| Glas (Glas in de bouwsector) | Andre Piers | T 040 2650283 Andre.piers@tno.nl |
| Groothandel in hout en bouwmaterialen | Roald Vandepoel | T 015 276 31 76 roald.vandepoel@tno.nl |
| Hout-, kurk- en rietwarenindustrie | Mario van der Linden | T 015 276 31 69 mario.vanderlinden@tno.nl |
| Kassenbouw (Glastuinbouw) | Egon Janssen | T 015 276 34 73 egon.janssen@tno.nl |
| Kunststofproducten voor de bouw | Roald Vandepoel | T 015 276 31 76 roald.vandepoel@tno.nl |
| Metalen constructiewerken | Arjan Mol | T 015 276 34 66 arjan.mol@tno.nl |
| Reservoirs, tanks | Henk Peitsman | T 015 276 33 28 henk.peitsman@tno.nl |
| Zand-, grind- en kleiwinning | Michiel van der Meulen | T 030 256 48 74 michiel.vandermeulen@tno.nl |
| Chemie | | |
| Basischemie | Frans van den Berg | T 030 694 46 68 frans.vandenberg@tno.nl |
| Chemische waterrijen/ververijen | Nanne Hoekstra | T 055 549 37 68 nanne.hoekstra@tno.nl |
| Kruit en explosieven | Berry Sanders | T 015 284 33 67 berry.sanders@tno.nl |
| Dienstverlening | | |
| Activiteiten t.b.v. financiële instellingen | Aloys Maas | T 015 285 71 86 alloys.maas@tno.nl |
| Beveiliging en opsporing | Martine Brandsma | T 034 635 63 29 martine.brandsma@tno.nl |
| Dienstverlening t.b.v. het vervoer | Bart Kuipers | T 015 269 68 85 bart.kuipers@tno.nl |
| Financiële instelling (exclusief verzekering) | Aloys Maas | T 015 285 71 86 alloys.maas@tno.nl |
| Ingenieursbureaus werktuigbouw | Gert van Duren a.i. | T 040 265 08 55 gert.vanduren@tno.nl |
| Juridisch/Economische advies | Evert van den Akker | T 015 285 77 12 evert.vandenakker@tno.nl |
| Milieudienstverlening | Guus Annokee | T 055 549 39 40 guus.annokee@tno.nl |
| Overige dienstverlening | Harry Muller | T 023 554 99 03 harry.muller@tno.nl |
| Verhuur, handel onroerend goed | Marius Kiers | T 015 276 31 17 marius.kiers@tno.nl |
| Vervoer over land | Kees Verweij | T 015 269 68 76 kees.verweij@tno.nl |

| Elektro, electronica en ICT | | |
|---|----------------------|--|
| Audio-, video-, telecommunicatie-apparatuur industrie | Marius Wulffers | T 070 374 05 17 marius.wulffers@tno.nl |
| Computerservice, informatietechniek | Raymond Pijpers | T 015 285 72 33 raymond.pijpers@tno.nl |
| Kantoormachine- en computerindustrie | Gert van Duren a.i. | T 040 265 08 55 gert.vanduren@tno.nl |
| Post en telecommunicatie | Marc van den Homberg | T 015 285 71 35 marc.vandenhomberg@tno.nl |
| Life Sciences | | |
| Farmaceutische industrie | Rolf Jan Rutten | T 071 518 14 84 rolf-jan.rutten@tno.nl |
| Gezondheids- en welzijnzorg | Harry Muller | T 023 554 99 03 harry.muller@tno.nl |
| Groente- en fruitverwerking | Theo Verkleij | T 030 694 45 66 theo.verkleij@tno.nl |
| Medische- en optische apparatenindustrie | Marco Meijerink | T 015 269 20 61 marco.meijerink@tno.nl |
| Slachterijen en vleesverwerking | Theo Verkleij | T 030 694 45 66 theo.verkleij@tno.nl |
| Visserij, kweken vis, schaaldieren | Ron Oorschot | T 022 363 88 00 ron.oorschot@tno.nl |
| Metaal-, kunstofproducten | | |
| Apparatenindustrie | Niek Dijkshoorn | T 040 265 06 27 niek.dijkshoorn@tno.nl |
| Basismetalaalindustrie | Niek Dijkshoorn | T 040 265 06 27 niek.dijkshoorn@tno.nl |
| Carrosserie | Henny van Stiphout | T 040 265 02 66 henny.vanstiphout@tno.nl |
| Kunststofproducten | Johan de Kievit | T 040 265 03 02 johan.dekievit@tno.nl |
| Kunststofproducten voor de bouw | Roald Vandepoel | T 015 276 31 76 roald.vandepoel@tno.nl |
| Machinebouw | Frédéric Verhelst | T 015 269 21 11 frederic.verhelst@tno.nl |
| Medische- en optische apparatenindustrie | Marco Meijerink | T 015 269 20 61 marco.meijerink@tno.nl |
| Overige producten (waaronder oppervlaktetechnologie) | Cor Schrauwen | T 040 265 01 45 cor.schrauwen@tno.nl |
| Overige materialen en producten | | |
| Defensietoelieferanciers | Boy Kodde | T 070 374 3394 boy.kodde@tno.nl |
| Glas (Glas in de bouwsector) | Andre Piers | T 040 2650283 andre.piers@tno.nl |
| Kleding- en bontindustrie | Anton Luiken | T 053 486 04 88 anton.luiken@tno.nl |
| Leer-, lederwaren-, schoenindustrie | Johan de Kievit | T 040 265 03 02 johan.dekievit@tno.nl |
| Meubel- en overige industrie | Katja Pahnke | T 040 265 02 61 katja.pahnke@tno.nl |
| Papier(waren)- en karton(waren)industrie | Peter Jansen | T 055 549 30 39 peter.jansen@tno.nl |
| Textielindustrie | Anton Luiken | T 053 486 04 88 anton.luiken@tno.nl |
| Uitgeverij, drukkerij, reproductie | Jan-Jaap Aue | T 015 285 77 16 jan_jaap.aue@tno.nl |
| Transportmiddelen | | |
| Auto(onderdelen) | Hans Driever | T 015 269 64 04 hans.driever@tno.nl |
| Overige transportindustrie (jachtbouw) | Johan de Kievit | T 040 265 03 02 johan.dekievit@tno.nl |

© TNO 2006

Concept en tekst:

A3/Adrie Beyen

Vormgeving:

Villa Y

Portretten en de productfoto's op pagina 8, 13 en 37: Guido Bogert Fotografie

Grafische productie:

Tailormade

Innovatie is van levensbelang. Voor bedrijven en voor overheden. Voor de economische ontwikkeling van Nederland. TNO maakt innoveren mogelijk door wetenschappelijke kennis te vertalen naar de praktijk. Samen met onze opdrachtgevers en partners ontwikkelen we nieuwe toepassingen die bijdragen aan welvaart en welzijn in Nederland en daarbuiten.

TNO
Postbus 6070
2600 JA Delft

T 015 269 69 69
wegwijzer@tno.nl
www.tno.nl

Dit boekje bevat een greep uit de vele innovatietrajecten en -projecten die MKB en TNO de laatste jaren samen hebben uitgevoerd. De variatie in producten en vraagstellingen weerspiegelt de enorme diversiteit van het Nederlandse MKB. Maar ook: voor elke vraag is er een antwoord, voor elk probleem een oplossing.



TNO | Kennis voor zaken