



DE IMPACT VAN TNO 2007-2010

TNO innovation
for life

VOORWOORD

De opdracht die TNO van het kabinet meekreeg in de reactie op het Strategisch Plan TNO 2007-2010 getiteld 'Verbonden door Vernieuwing' luidde: bestrijdt de kennisparadox. In Nederland is bijzonder veel kennis van hoog niveau voor handen maar deze kennis levert economisch en maatschappelijk te weinig op, de kennisparadox in een notendop. TNO heeft zich daarom de afgelopen periode vanuit de missie ingezet om te zorgen dat kennisontwikkeling in Nederland ook daadwerkelijk leidt tot nieuwe producten, nuttige oplossingen en slimmere processen. In deze uitgave laten wij zien wat de impact is geweest van TNO op de zeven thematische werkerreinen, te weten: Gezond Leven, Industriële Innovatie, Integrale Veiligheid, Energie, Mobiliteit, Gebouwde Omgeving en Informatiemaatschappij. TNO is dan ook helemaal klaar om de sleutelrol te vervullen die minister Verhagen voor ogen heeft voor TNO en de andere toegepaste kennisinstellingen in het topsectorenbeleid.

De afgelopen periode is de programmatische vraagsturing door de overheid en het bedrijfsleven volledig gerealiseerd. De overheid heeft op deze wijze geborgd dat kennisontwikkeling bij TNO zich richt op de vraagstukken van groot nationaal en Europees belang. De financiële crisis heeft gezorgd voor nieuwe verhoudingen op het wereldtoneel. Dat vereiste een flexibele opstelling van TNO ten aanzien van de belangrijkste kennisvragen, geheel in lijn met de wens van het Kabinet. De noodzakelijke continue samenwerking tussen vraag en aanbod, ofwel technologie en markt of overheid, heeft TNO onverminderd doorgezet. Moderne innovatie vindt plaats in netwerken, consortia of andere open innovatiesystemen waarbij TNO vaak een verbindende of agenderende rol heeft. TNO wordt in het algemeen gewaardeerd vanwege de onafhankelijkheid, de betrouwbaarheid en de sterke en brede kennisbasis. Vanuit de verbindende rol is het voor TNO mogelijk om systeeminnovaties te realiseren waarbij meerdere partijen een stap voorwaarts kunnen doen. Met als resultaat winst voor iedereen in de waardeketen. Dat heeft impact: elke via TNO door de overheid geïnvesteerde euro levert de bedrijven die bijvoorbeeld in een cofinancieringsprogramma meedoen een omzetstijging van 7 euro op. TNO redt ook levens: door veiligere auto's, betere bescherming van onze militairen of fysiotherapie voorafgaand aan een zware operatie. Daarom kiezen twaalfduizend keer per jaar klanten uit de publieke en private sector voor TNO.

NAMENS DE TNO RAAD VAN BESTUUR

Jan Mengelers
Voorzitter



01 GEZOND LEVEN

Binnen het thema Gezond Leven staat de mens centraal. TNO realiseert innovaties in de gezondheidszorg. Dit gebeurt vanuit de vier sterke innovatiegebieden: Voeding, Arbeid, Levenslang Gezond (Preventie & Zorg) en Biomedische Innovaties.

PAGINA 06



02 INDUSTRIËLE INNOVATIE

Het thema Industriële Innovatie staat voor grootschalige systeeminnovaties. De activiteiten binnen het thema zijn onderverdeeld in drie innovatiegebieden: Hightech Systemen & Materialen, Duurzame Chemie en Maritiem & Offshore.

PAGINA 12



03 INTEGRALE VEILIGHEID

Samen met internationale industriële partners werkt het thema Integrale Veiligheid aan innovaties op het gebied van waarnemen en beschermen. TNO helpt enerzijds defensie en marktpartijen te innoveren en anderzijds ondersteunt TNO de overheid bij aankooptrajecten.

PAGINA 16

VOORWOORD

PAGINA 01

TIJDSLIJN

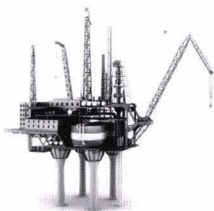
PAGINA 04

PERSPECTIEF 01

ONZE WERKWIJZE
PAGINA 10

PERSPECTIEF 02

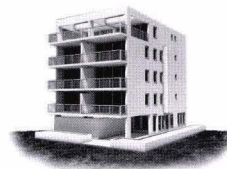
PARTNER VOOR MKB
PAGINA 20



04 ENERGIE

In de noodzakelijk wereldwijde energietransitie speelt het thema Energie een substantiële rol. TNO richt zich op duurzame energie, de optimalisering van olie- en gasvelden, geothermie en de af- en opvang van CO₂.

PAGINA 22



06 GEBOUWDE OMGEVING

TNO adviseert, jaagt aan, regisseert en integreert kennis en technieken binnen het thema Gebouwde Omgeving. In alle gevallen staat TNO een integrale benadering voor waarbij gekeken wordt naar de gehele levenscyclus van een gebouw.

PAGINA 32



05 MOBILITEIT

Het thema Mobiliteit realiseert als 'versneller van vooruitgang' manieren om het verkeer betrouwbaarder, veiliger, schoner en stiller te maken. Het verbeteren van de veiligheid van kwetsbare verkeerdeelnemers is daarbij van cruciaal belang.

PAGINA 26



07 INFORMATIE MAATSCHAPPIJ

Binnen het thema Informatiemaatschappij ontwikkelt TNO nieuwe technologieën en adviseert het over beleid: de kansen en de risico's van ICT voor de overheid. Een belangrijke rol van TNO is het ontwikkelen van standaarden voor communicatie via telefonie en internet.

PAGINA 36

› **PERSPECTIEF 03**
OPEN INNOVATIE
PAGINA 30

› **PERSPECTIEF 04**
IMPACT OVER DE GRENZEN
PAGINA 40

› **IMPACTCIJFERS**
PAGINA 42

› **SLOTWOORD**
PAGINA 50

› **COLOFON**
PAGINA 52

2007

TNO bestaat 75 jaar. Opgericht in 1932 kreeg TNO bij wet de opdracht toegepast onderzoek "op doelmatige wijze dienstbaar te maken aan het algemeen belang." TNO behoort tot de top drie Research & Technologie Organisaties in Europa. In 2007 is ook gestart met de werkwijze van inhoudelijke vraagsturing door de overheid en bedrijven om te zorgen dat de kennisontwikkeling van TNO optimaal aansluit op toekomstige strategische kennisvragen van die vraagstuurders.

› **01-07**

Steve Jobs onthult de eerste generatie iPhone.

› **09-08**

De Amerikaanse zakenbank Lehman Brothers wordt op 15 september 2008 failliet verklaard. Dit luidt het begin van de kredietcrisis in. TNO staat aan de basis van een kenniswerkersregeling om hoogwaardige banen veilig te stellen. Gedurende de crisis neemt TNO 1.500 kenniswerkers tijdelijk in dienst.

› **12-09**

In december 2009 onderhandelen de wereldleiders in Kopenhagen over het nieuwe Kyoto-protocol. Belangrijke onderwerpen als broeikasgassen, ontbossing en klimaatverandering staan op de agenda. Het resultaat is voor velen een teleurstelling omdat er slechts een gedeeltelijk akkoord is bereikt met weinig concrete doelen.

› **01-08**

De olieprijs passeert voor het eerst de \$100-grens.

› **04-09**

De Mexicaanse griep, officiële naam Nieuwe Influenza A (H1N1), wordt door de Wereldgezondheidsorganisatie in 2009 als pandemie gekenmerkt.

› **04-10**

Een defecte afsluitklep op het Deepwater Horizon-platform zorgt voor het grootste maritieme olielek ooit. Naar schatting lekt het equivalent van 4,9 miljoen vaten ruwe olie de zee in.

2011

TNO presenteert het goedgekeurde strategische plan voor de periode 2011-2014. In het plan zijn de 12 thema's van de vorige strategieperiode gebundeld in 7 thema's. Met deze versterkte focus zal TNO de komende periode een concrete bijdrage leveren aan het economische herstel en de noodzakelijke transitie naar een duurzame kenniseconomie.

10-10

Mark Rutte is op 14 oktober 2010 beëdigd als premier en leider van het minderheidskabinet bestaande uit de partijen VVD en CDA. Onder het motto "Vrijheid en Verantwoordelijkheid" stelt het kabinet zich tot doel achttien miljard euro te bezuinigen. Bij aanvang van het nieuwe bewind is het aantal ministeries verminderd van zestien naar twaalf. De verantwoordelijkheid voor TNO verschuift van het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap naar het nieuwe ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.

02-11

Het Holst Centre, een open-innovatiecentrum opgericht door het Belgische Imec, TNO en Philips dat technologie op het gebied van draadloze sensoren en flexibele elektronica naar een hoger niveau tilt, bestaat vijf jaar.

01-11

Nederland stijgt een plaats naar de 7e positie op de *Global Competitiveness Index* van het World Economic Forum.

03-11

De Nederlandse aardgasbaten worden definitief niet langer toegekend aan het Fonds Economische Structuurgelden. Het ministerie van EL&I schets in de bedrijfslevenbrief 'Naar de Top' de contouren van het nieuwe innovatiebeleid. Negen topsectoren spelen daarin een belangrijke rol. Het uitgangspunt van de topsectorenaanpak is een goede wisselwerking tussen bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheid.



01

GEZOND LEVEN

UITDAGING

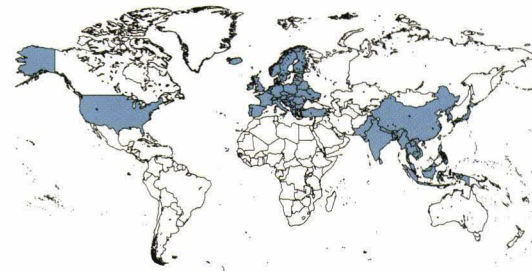
De kosten van de gezondheidszorg rijzen de pan uit. Gaf Nederland in 1975 nog 6,5 procent van het Bruto Nationaal Product (BNP) uit aan gezondheidszorg, inmiddels spenderen we 10 procent van het BNP aan onze gezondheid. In de Verenigde Staten gaat maar liefst 17 procent van het BNP op aan gezondheidszorg. De stijgende kosten hebben verschillende oorzaken. De eerste oorzaak is de vergrijzing. De gemiddelde levensverwachting in Europa is gestegen naar 77 jaar. Opvallend is dat het aantal ziektevrije jaren niet is toegenomen. Dit is extra belangrijk sinds de pensioengerechtigde leeftijd naar 67 jaar is opgeschoven. De tweede oorzaak is obesitas. Overgewicht zal een steeds zwaardere wissel trekken op de gezondheidszorg. Al meer dan de helft van de volwassenen kampt met overgewicht waarvan één op de zeven Nederlanders daadwerkelijk obees is. De stijgende kosten om een nieuw medicijn te ontwikkelen is de derde oorzaak van de stijgende kosten van de gezondheidszorg.

De groeiende zorgvraag zal met minder zorgprofessionals moeten worden opgevangen. Bij onveranderd beleid is in 2050 voor één op de drie patiënten geen professionele zorg voor handen. Kwaliteit en betaalbaarheid van de zorg zijn zo complex door de soms uiteenlopende belangen van patiënt, arts, farmaceutische sector, verzekeraar en overheid. Dat betekent in de praktijk dat innovaties alleen haalbaar zijn als de ontwikkeling winst oplevert voor meerdere belanghebbenden.

De huidige trend is om innovatie in de zorg steeds meer te benaderen vanuit het patiëntenperspectief. Dit is in lijn met de verandering van de klassieke verzorgingsstaat, waarin de overheid de zorgtaak op zich neemt, naar de moderne participatiemaatschappij, waar de burger zelf verantwoordelijkheid draagt. De uitdaging ligt erin de burger meer inzicht te geven in de eigen gezondheid, zodat deze ook in staat is gefundeerde beslissingen over de eigen gezondheid te nemen. En om de burger te coachen om de gewenste levensstijlveranderingen te verwezenlijken.

OBESITAS WERELDWIJD

400 miljoen volwassenen leiden wereldwijd aan obesitas. De toename van het wereldwijde lichaamsgewicht wordt door de WHO bestempeld als een globale epidemie. Als de huidige ontwikkeling doorzet, zullen tegen 2015 zo'n 2,3 miljard mensen te zwaar zijn, van wie er zeker 700 miljoen aan obesitas lijden. Gebieden waar obesitas vooral veel voorkomt zijn:



- Noord Amerika
- Europa
- Azië

TNO REALISEERT INNOVATIES IN DE ZORG

ROL TNO

Binnen het thema Gezond Leven staat de mens centraal. TNO realiseert innovaties in de gezondheidszorg. Dit gebeurt vanuit de vier sterke innovatiegebieden: Voeding, Arbeid, Levenslang Gezond (Preventie & Zorg) en Biomedische Innovaties. Vruchtbare zorginnovaties zijn mogelijk waar deze innovatiegebieden elkaar overlappen.

Voeding is belangrijk vanwege de preventieve werking van goede voeding, in het bijzonder voor jeugd en ouderen. Betaald werk geldt voor mensen als een van belangrijkste factoren om zich nuttig en gewaardeerd te voelen. Werk daagt mensen uit hun cognitieve vaardigheden te blijven ontwikkelen. Een levenlang werken vereist natuurlijk wel een veilige en gezonde werksituatie. Naast het monitoren van de blootstelling aan bijvoorbeeld fijnstof of nanodeeltjes, staat de risicobeoordeling van deze kleine deeltjes sterk in de belangstelling.

Sinds 2003 voert TNO de Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden uit. Dit grootste periodieke onderzoek naar arbeidsrisico's, -verhoudingen en -voorwaarden vindt plaats in samenwerking met het CBS en heeft een belangrijke rol gespeeld in de AOW-discussies over de definitie van zwaar werk. Het innovatiegebied Levenslang Gezond bevat onder meer een programma om met alle betrokkenen instanties kindermisbruik in de leeftijd van nul tot drie jaar op te sporen en tegen te gaan. Het innovatiegebied Biomedische Innovaties, tot slot, zet in op sensoren en geavanceerde meettechnieken om bijvoorbeeld metabolietenprofielen van patiënten op te stellen. Hierdoor is binnen een paar uur, in plaats van dagen, vast te stellen welke infectie een patiënt heeft en welk antibioticum het meest geschikte medicijn is. Ook heeft TNO aanwijzingen gevonden dat voor potentieel levensbedreigende allergieën als notenintolerantie een drempelwaarde moet worden overschreden voordat de allergie bij blootstelling optreedt. Hiermee is scherper te controleren of de hoeveelheid pinda- en notenresten in een product gevaarlijk is of niet.

TE ZWAAR IN NEDERLAND

Gemiddeld was 15,5% van de Europese bevolking in 2008 obees (*Body Mass Index* van meer dan 30 kg/m²). Voor de meeste Europese landen, waaronder Nederland, was dit meer dan een verdubbeling ten opzichte van de cijfers van 1988. Nederland kent acht academische ziekenhuizen, namelijk:



- Amsterdam VU Medisch Centrum
- Amsterdam Academisch Medisch Centrum
- Universitair Medisch Centrum Groningen
- Leids Universitair Medisch Centrum
- Academisch ziekenhuis Maastricht
- Universitair Medisch Centrum St. Radboud
- Erasmus Medisch Centrum Rotterdam
- Universitair Medisch Centrum Utrecht



FIT ONDER HET MES

Hoe fitter en gezonder een oudere is voordat deze een zware operatie moet ondergaan, hoe groter de kans op een succesvolle ingreep zonder complicaties en een vlot herstel. Toch wachten de meer dan 100.000 fragiele ouderen die jaarlijks een zware medische ingreep, zoals een heupoperatie of open hartoperatie moeten ondergaan gemiddeld 7 weken, vaak geheel passief, op de operatie. TNO heeft een programma ontwikkeld waarbij speciaal opgeleide fysiotherapeuten een zware training op maat verzorgen voorafgaand aan de operatie. Dit project is in 2009 door de onderzoeksfinancier ZonMw gekenmerkt als Parel: het dient als voorbeeld en ter inspiratie. Na de succesvolle pilot is TNO nu bezig om met de gemeente Hardenberg, het ministerie van VWS en de zorgverzekeraar Achmea de opgedane inzichten te implementeren in een nieuw te bouwen ziekenhuis. Essentieel bij de systeeminnovaties waar TNO op inzet, is dat alle partijen baat hebben bij de voorgestelde veranderingen. Naast de gezondheidswinst voor de patiënt, levert de implementatie een rendement van een factor acht voor iedere geïnvesteerde euro op.



BEWEZEN GEZONDE VOEDING IN EUROPA

De ontwikkelingen op het gebied van functionele voeding zijn in een impasse geraakt. De experts van de Europese Voedsel en Waren Autoriteit (EFSA) hebben de meeste gezondheidsclaims van de voedingsindustrie naar de prullenbak verwezen. Het bewijs dat bepaalde voedingsbestanddelen bijdragen aan de gezondheid was te mager. Om deze impasse te doorbreken en de ontwikkelingen op het gebied van functionele voeding te stimuleren, heeft TNO een nieuwe methodiek ontwikkeld: de challenge test. Het idee is om gezonde vrijwilligers bloot te stellen aan een beperkte infectie en te monitoren welke genen geactiveerd worden als het lichaam zich verweert. Vervolgens wordt bekeken wat de invloed is van bepaalde voedingsbestanddelen op de bestrijding van de infectie. Met de challenge test zijn vage claims als 'dit voedingsproduct draagt bij aan een gezond immuunsysteem' concreet en toetsbaar te maken. Vanuit zowel de EFSA als de voedingsmiddelenindustrie is de challenge test met enthousiasme ontvangen.

01. PERSPECTIEF

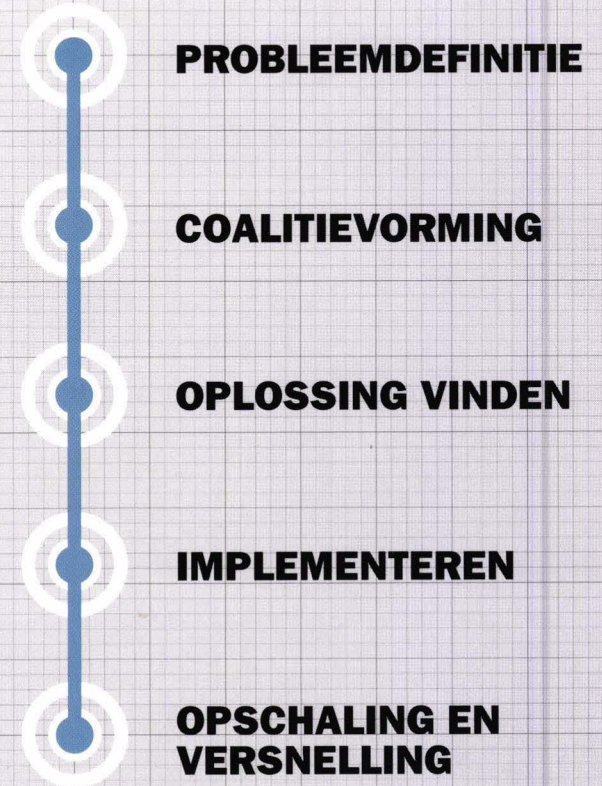
ONZE WERKWIJZE

TNO verbindt mensen en kennis om innovaties te creëren die de concurrentiekracht van bedrijven en het welzijn van de samenleving duurzaam versterken. Deze missie van TNO laat zich concretiseren in vier rollen:

- I. Betere wereld door toegepast onderzoek: duurzaamheid en versterking van de concurrentiekracht zijn de leidende beginselen.
- II. Slimme oplossingen voor complexe problemen: excellente kennis, multidisciplinair toegepast, vanuit een onafhankelijke situatie.
- III. Samen maken we er meer van: samenwerking in open innovatie met klanten en partners in de kennisinfrastructuur.
- IV. Kweekvijver en springplank voor talent: toptalent aantrekken, ontwikkelen en laten doorstromen in de kenniseconomie.

Eureka! De blijdschap van de uitvinder gevat in één Grieks woord. Maar innoveren behelst zoveel meer dan het hebben van een inzicht en roepen 'Ik heb het gevonden!'. Het werk van TNO begint eigenlijk pas als de fundamentele kennisbasis is gelegd. De vertaling van kennis naar een product, het delen van kennis en het vinden van oplossingen voor maatschappelijke vraagstukken is het domein van toegepast onderzoek. Uniek aan TNO is dat oplossingen zich niet beperken tot de techniek, ook psychologische aspecten van gedrag en gebruik worden verdisconteerd. Dit gebeurt in opdracht van overheid en bedrijfsleven, zowel het innovatieve midden- en kleinbedrijf als de grote multinationals uit binnen- en buitenland.

TNO wordt telkens opnieuw gevraagd om met meerdere belanghebbenden oplossingen te vinden voor complexe vraagstukken, vaak op de grens van wat technisch en/of economisch mogelijk is. TNO speelt een verbindende rol in de 'Gouden Driehoek' van publieke kennisinstellingen, bedrijfsleven en overheid. Via externe audits toetst TNO de toepassingsgerichte excellentie van de eigen kennisbasis. Aan de andere kant bepaalt de markt aan welke kennis behoefte is. Het verenigen van de technology push en market pull is precies waar TNO goed in is. TNO is alleen tevreden als het resultaat een succes is. Iedereen binnen de organisatie wordt aangestuurd om dat te bereiken. Elk getekend contract is wat dat betreft een blijk van vertrouwen in de kennis en kunde van TNO.



ROL VAN TNO

SYSTEEMINNOVATIE

BEDRIJVEN

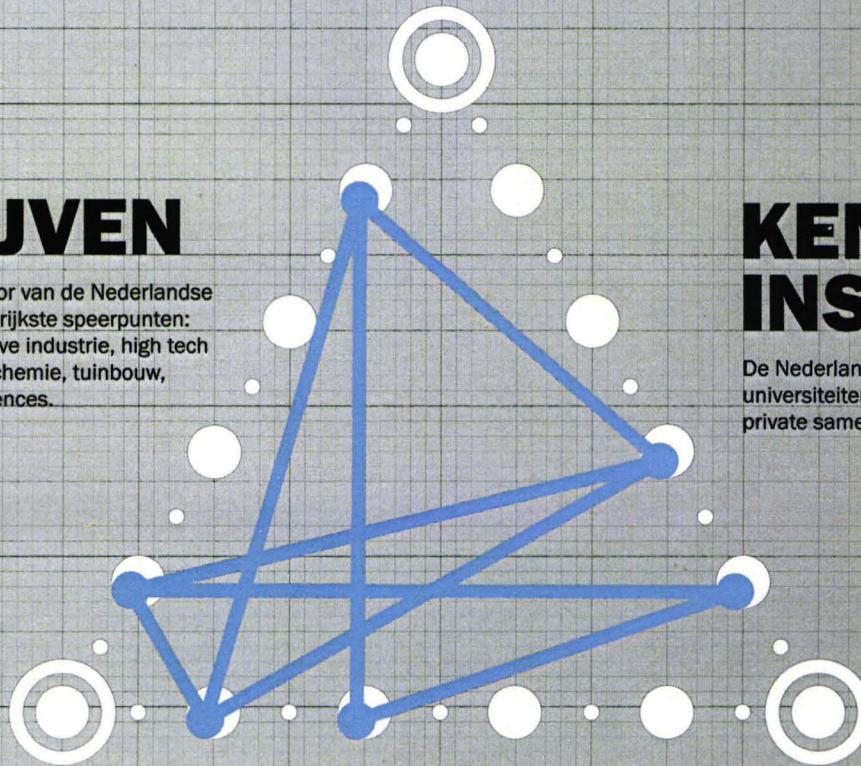
Het bedrijfsleven als motor van de Nederlandse economie met als belangrijkste speerpunten: energie, logistiek, creatieve industrie, high tech materialen & systemen, chemie, tuinbouw, water, voedsel en life sciences.

KENNIS- INSTELLINGEN

De Nederlandse kennisinfrastructuur bestaat uit universiteiten en GTI's die samenwerken in publiek-private samenwerkingen voor precompetitief onderzoek.

OVERHEID

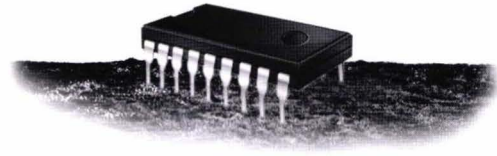
De overheid en maatschappelijke organisaties vertegenwoordigen het maatschappelijk belang.



UITDAGING

Een gezonde economie heeft een sterke maakindustrie. In snelgroeïende economieën, zoals Singapore, is de industriële sector verantwoordelijk voor meer dan een kwart van het Bruto Nationaal Product (BNP). Dat was in Nederland in de jaren zestig ook het geval. De Nederlandse industrie is de afgelopen jaren hoogwaardiger en technologisch intensiever geworden.

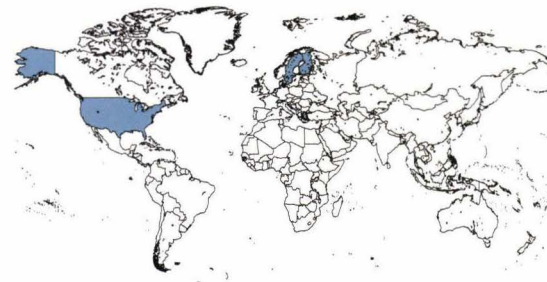
De maakindustrie die het vooral moet hebben van hoge volumes en lage prijzen kan zich het beste vestigen in de buurt van de grootste markt mits daar de loonkosten laag zijn. De keuze voor landen als China ligt dan voor de hand. Voor de kennisintensieve maakindustrie is Europa echter nog steeds erg aantrekkelijk. Er is in Europa een goede kennisinfrastructuur en onze niet-hiërarchische maatschappij geeft veel ruimte aan de creativiteit van de medewerkers binnen een bedrijf en in de aanwezige netwerken. De hoogwaardige maakindustrie heeft een hoge toegevoegde waarde, creëert bovendien extra banen in de dienstensector en vormt daarom de voorhoede van de Nederlandse economie. Koppel deze hightech industrie aan de Nederlandse handelsgeest en je hebt een recept voor succes. Wil Nederland op de wereldmarkt concurreren dan moet wel de arbeidsproductiviteit omhoog. Kijk bijvoorbeeld naar DAF Trucks waar dagelijks 180 vrachtwagens van de band rollen. DAF is zo succesvol omdat het bedrijf beschikt over het meest flexibele productieproces waardoor een klant de gewenste vrachtauto bijna helemaal zelf kan samenstellen. De vrachtauto als maatproduct. Vernieuwing is als zuurstof voor een bedrijf. Zonder innovatie ben je als ondernemer een speelbal van concurrenten met 'me too'-producten en dus prijserosie. Innovatie van producten en processen is een zaak van de gehele keten: van toeleverancier, producent, distributeur, afnemer en eindgebruiker. Kijk naar het Holst Centre. Dit innovatiecentrum bedient de hele keten die bestaat uit toeleveranciers van materialen, machinebouwers en eindgebruikers. Het betreft een combinatie van mkb en de grote spelers zelf, zoals ASML, Philips en NXP Semiconductors. Vernieuwing is ook noodzakelijk om de transitie te maken naar een economie die draait op hernieuwbare energie. Zo zullen we bijvoorbeeld op zoek moeten naar alternatieve brandstoffen, zoals bio-ethanol. Gezien de sterke Nederlandse positie in de chemie en de agro-food biedt dit soort vraagstukken grote kansen voor het bedrijfsleven.



02 INDUSTRIËLE INNOVATIE

GLOBAL COMPETITIVENESS INDEX

The Global Competitiveness Report van het World Economic Forum definieert concurrentiekracht als "the set of institutions, policies and factors that determine the level of productivity of a country." De Global Competitiveness Index rangschikt landen op basis van de capaciteit om een toename in welvaart te realiseren. Nederland steeg afgelopen jaar van plek 8 naar 7. De top vijf van 2011-2012 is:



1. Zwitserland
2. Singapore
3. Zweden
4. Finland
5. Verenigde Staten

TNO FOCUST UITSLUITEND OP DOORBRAAK- TECHNOLOGIEËN

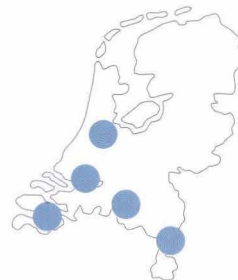
ROL TNO

Technologie is als een kristallen bol voor de mensen van Industriële Innovatie, met een omzet van 77 miljoen euro in 2010 een van de grootste themagebieden van TNO. Technologische doorbraken laten zien wat op termijn mogelijk is en bieden een blik op de toekomst, denk bijvoorbeeld aan solar fuels. TNO laat zien dat het mogelijk is om met energie opgewekt uit zonnecellen kooldioxide om te zetten in nieuwe niet-fossiele brandstoffen. Dergelijke ideeën geven een inkijkje in de wereld over tien jaar. Hetzelfde geldt voor de bij TNO aanwezige kennis op het gebied van het printen van materialen. Tegenwoordig komen gehoorapparaten op maat uit een 3D-printer. TNO heeft een printer ontwikkeld die door belichting van een lichtgevoelige hars objecten laag voor laag opbouwt. Hierdoor kan men tot 9x sneller produceren dan conventionele 3D-printers. Het Duitse bedrijf Rapid Share brengt de printers met TNO-technologie sinds mei 2011 op de markt. De apparaten worden in licentie in Almelo door het Nederlandse bedrijf VDL-ETG gebouwd.

De activiteiten binnen het thema Industriële Innovatie zijn onderverdeeld in drie innovatiegebieden: Hightech Systemen & Materialen, Duurzame Chemie en Maritiem & Offshore. Om binnen deze terreinen nieuwe technologieën te laten landen pakt TNO steeds meer de regierol op. Daarbij maakt TNO gebruik van open innovatie. Samen met de relevante belanghebbenden wordt een technologieroutekaart afgesproken zodat grootschalige systeeminnovaties mogelijk worden. Naast de verbindende rol en die van technologiescout is TNO voor verschillende bedrijven een strategische R&D-partner. Met ASML heeft TNO al jaren een hele innige relatie. TNO is voor marktleider ASML aantrekkelijk vanwege de breedte van de aanwezige kennis: veel vernieuwingen zijn het gevolg van een kruisbestuiving van inzichten uit het ene kennisdomein naar het andere. TNO focust uitsluitend op grensverleggende technologieën. Een goed voorbeeld is de dit jaar door Solvay in gebruik genomen installatie om extreem zuiver fosforzuur te produceren. De halfgeleiderindustrie stelt extreem hoge eisen aan zuiverheid van de etsmiddelen die zij gebruiken. TNO heeft de afgelopen vier jaar een kristallisatieproces ontwikkeld waarmee minder dan één op de miljard deeltjes een verontreiniging is. De succesvolle ingebruikname van de installatie is gelijk de start voor een intensievere samenwerking tussen Solvay en TNO.

INDUSTRIËLE INNOVATIE

De Nederlandse industrie is in Europa middelgroot. Voedselverwerking, chemie, olieraffinage en de fabricage van elektrische apparaten zijn de belangrijkste industriële activiteiten van Nederland. Grote industriegebieden en/of steden met veel industrie zijn:

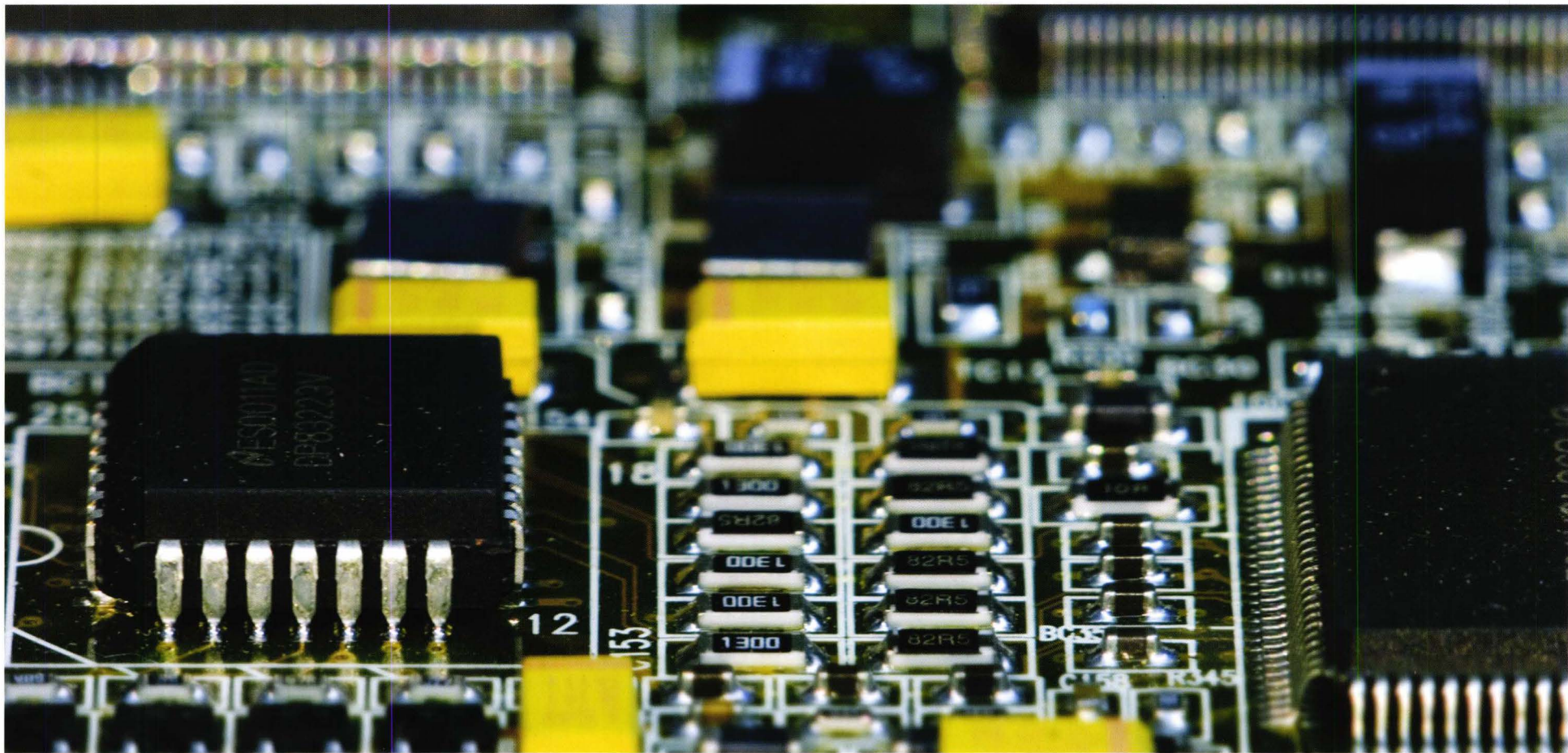


- Amsterdam
- regio Eindhoven/Helmond
- Rotterdam
- Sittard-Geleen
- Terneuzen



FLEXIBELE LICHTBRON

Het kan niemand ontgaan zijn dat led-verlichting enorm in de lift zit. Niet voor niets stopt de verkoop van gloeilampen in Europa vanaf 1 september 2012. De volgende generatie led-verlichting bestaat uit organische leds, de zogeheten OLEDs. Een led van organisch materiaal is zo dun als papier, is licht en flexibel. Binnen het Holst Centre is TNO er in geslaagd om de OLEDs zelfs te printen op een folie. Dit maakt het mogelijk om flexibele OLEDs en organische zonnecellen tegen een lage kostprijs te produceren. Op dit moment onderzoeken verschillende marktpartijen, als Philips en Osram, de toepassingen van deze technologie voor bijvoorbeeld de verlichting van een huis of in de automobiellindustrie. Essentieel voor het printen van OLEDs op folie is het aanbrengen van een goede barrièrelaag tussen de OLED en het folie. De door de partners van het Holst Centre gevonden oplossing is zo succesvol dat deze ook wordt toegepast voor de huidige generatie OLEDs die nog op glas worden geprint. Deze doorbraak is mede mogelijk gemaakt door de dunnelaagtechnologie waar TNO over beschikt.



EXTREEM SCHOON

Een groot aantal industriële processen vindt plaats onder vacuüm. Alleen onder hele lage druk is werken onder extreem schone condities mogelijk. TNO heeft uitgebreide kennis en gereedschappen in huis om de verdeling van gassen en gasstromingen te kunnen modelleren en voorspellen. De allernieuwste generatie chips bestaat uit elektronische schakelingen ter grootte van 22 nm. Dat is ruim 4.000 maal kleiner dan de dikte van een menselijke haar. Voor de fabricage van dergelijke chips volstaan lenzen niet meer om de structuren te etsen. Extreem UV-licht en speciale spiegels zijn noodzakelijk op deze nanoschaal. Echter, een vervuiling van één atoomlaag dik op de spiegel maakt deze al onbetrouwbaar. TNO heeft een speciaal gasgordijn ontwikkeld voor ASML, de wereldleider op het gebied van lithografiemachines om vervuiling van de spiegels in vacuüm te voorkomen. Het nieuwe gasgordijn van TNO maakt de machines aanzienlijk betrouwbaarder. Inmiddels worden de eerste chips gemaakt met de nieuwe machines. Deze schrijven structuren met een snelheid die vergelijkbaar is met het voorzien van de wegbelijning voor het complete wegennet van Duitsland binnen een halve minuut.



03

INTEGRALE VEILIGHEID

UITDAGING

Een cynicus zou zeggen dat de geschiedenis van de mensheid bestaat uit een opeenvolging van gewapende conflicten. Feit is, dat sinds het begin van de mensheid meningsverschillen zijn beslecht met vuisten en wapens. Het ziet er niet naar uit dat dit op korte termijn verandert. Op dit moment kampen meer dan dertig landen met gewapende conflicten van verschillende intensiteit.

Een kenmerkend element van recente gewapende conflicten is dat het zelden nog een oorlog tussen staten betreft maar steeds vaker een strijd is van coalitietroepen tegen gewapende opstandelingen. Dat betekent dat de vijand geen uniform draagt, zich tussen burgers begeeft en pas herkenbaar is als vijand zodra deze een wapen gebruikt. Moderne conflictbeheersing kent ook andere complicerende factoren. Vaak is er sprake van een humanitaire crisis met opgejaagde, hongerige en zieke vluchtelingen, al dan niet veroorzaakt door een natuurramp. Verder is de mate van geweld niet constant maar kan plotseling opslaan. Bovendien spelen de media aan beide kanten een steeds belangrijkere rol in de publieke perceptie van een gewapend conflict. Tot slot bedienen de opstandelingen zich van guerrillatactieken met bijvoorbeeld de inzet van geïmproviseerde explosieven, de beruchte bermbommen in Afghanistan en Irak. De uitdaging voor defensie ligt erin om de toegenomen complexe taken uit te voeren met een kleiner budget en tegen de achtergrond van een afnemend aanbod van jonge mensen in een uitstekende fysieke conditie. Sleutelwoord voor modern militair ingrijpen is *intelligence*. Wie het snelst over betrouwbare inlichtingen beschikt en deze op zinvolle wijze deelt met zijn mensen, kan in het veld betere beslissingen nemen.

Ook de maatschappelijke veiligheid heeft, mede door terrorisme, het afgelopen decennium een ander gezicht gekregen. Burgers en bedrijven doen een steeds groter beroep op de overheid om veiligheid te leveren. Tegelijkertijd zijn zelfredzaamheid, burgerparticipatie en weerbaarheid sleutelbegrippen bij het vormen van een veilige samenleving. Ook een nieuw verschijnsel als het toenemende geweld tegen ambulance-, brandweer- en politiepersoneel past in deze beweging. Een nieuw werkteerrein voor zowel defensie als maatschappelijke veiligheid is cyber security: de beveiliging van essentiële ICT-infrastructuur op het strijdveld en in de maatschappelijke arena tegen kwaadwillenden.

TERREURDREIGING

De wereldwijde terreurdreiging is volgens verzekeringsmaatschappij Aon vorig jaar licht verminderd. De Verenigde Staten, China en Groot-Brittannië zijn momenteel de landen die het meeste geld uitgaven aan defensie. De VS gaf in 2010 484 miljard euro uit aan wapens, China 82 miljard euro en Groot-Brittannië 41 miljard euro. Landen die dagelijks geconfronteerd worden met terreur zijn:



- Irak
- Afghanistan
- Pakistan
- India
- Jemen

ADVISERING VAN DE OVERHEID BIJ AANKOOP-TRAJECTEN

ROL TNO

Op het gebied van veiligheid zet TNO in op de integrale benadering van vraagstukken en werkt daarbij nauw samen met defensie, politie, hulpdiensten en het bedrijfsleven. TNO ondersteunt hen met innovaties in gedrag, organisatie en technologie. Een speciale rol van TNO betreft de advisering van de overheid bij aankooptrajecten. Samen met internationale industriële partners werkt TNO aan innovaties op het gebied van waarnemen en beschermen. De nieuwe helm van het Nederlandse leger is het resultaat van zo'n samenwerking. De Galea helm, sinds 2011 ingevoerd, is de helft lichter dan de vorige helm, maar biedt meer bescherming en integreert verschillende functies.

De rol van TNO bij de begeleiding van complexe aankooptrajecten is vaak essentieel om bijvoorbeeld de gewenste specificaties helder te krijgen of inzicht te krijgen in de huidige stand van de techniek. De combinatie van technologische kennis met expertise op het gebied van gedrag die TNO in huis heeft, is wereldwijd een unieke combinatie. Door techniek te combineren met gedragswetenschappelijke kennis komt TNO tot effectievere oplossingen. Zo heeft TNO bijvoorbeeld het commandocentrum van een fregat nagebouwd. Met echte bemanning zijn verschillende inrichtingen van de operationele ruimte getest door onder andere de hoeveelheid dataverkeer en stress te meten. Rekeninghoudend met ergonomische aspecten, zichtlijnen en spraakmogelijkheden bleek dat door slim inrichten van de brug en commandocentrale er met 30 procent minder bemanning een effectievere besluitvorming plaatsvond. Dit levert de overheid een kostenbesparing van vele miljoenen op. Deze winst op exploitatiekosten en effectiviteit wordt nu bij nieuwe schepen al in de ontwerpfase meegenomen. Elke euro die defensie heeft geïnvesteerd in de kennisontwikkelingsprogramma's van TNO heeft over de afgelopen strategieperiode 2007-2010 de krijgsmacht een veelvoud aan euro's kostenbesparing opgeleverd.

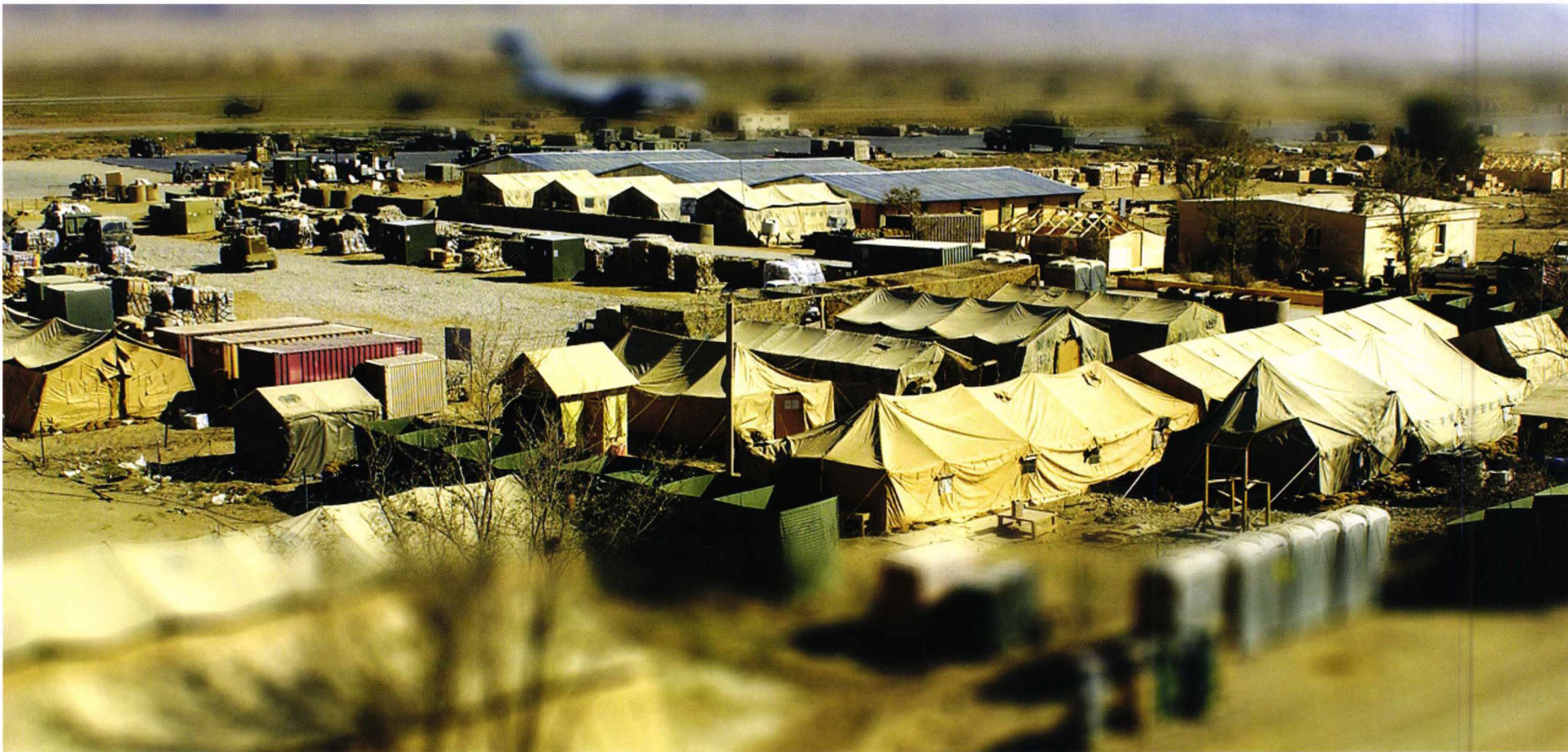
Inzichten uit het militaire domein zijn ook inzetbaar voor de maatschappelijke veiligheid. De organisatie van een meldkamer voor verschillende hulpdiensten is niet veel anders dan de hierboven beschreven operationele ruimte voor fregatten. TNO werkt samen met onder meer Schiphol, winkelcentrum Hoog Catharijne en voetbalclub ADO Den Haag aan de inzet van intelligente camera's. Toezichthouders zijn enorm gebaat bij een snelle identificatie van potentiële 'rotte appels' in een menigte mensen.

VEILIG WONEN

Jaarlijks worden de Nederlandse gemeente geïndexeerd op het gebied van veiligheid. Het onderzoeksinstituut Politie en Wetenschap van de Politieacademie houdt bij deze indexering rekening met diefstal, inbraak, geweld en vernieling. De meest onveilige gemeenten volgens deze index zijn:



- Rotterdam
- Arnhem
- Amsterdam
- Den Haag
- Maastricht



TROEPENBESCHERMING

In de provincie Uruzgan lag voor de Nederlandse militairen de dreiging continu op de loer. Om de observatieposten die de militaire basis bewaken te beschermen, is door TNO een rakettenet ontwikkeld en toegepast. Dit net van hoogwaardige vezels weerstaat aanvallen met de bekende *Rocket Propelled Grenades* (RPG's). Bermbommen gericht tegen voertuigen in Afghanistan hebben aan zes mensen het leven gekost. TNO heeft samen met defensiepartijen in minder dan een jaar gezorgd voor een betere bescherming van de voertuigen en de inzittenden. De soldaten hadden zelf het idee gehad om een geïmproviseerde schokabsorberende laag in de voertuigen aan te brengen. Testen lieten zien dat deze aanpassing niet effectief was. Door de vloerplaat te ontkoppelen en een verbeterde bepantsering aan zowel de binnenkant als de buitenkant van het voertuig aan te brengen, zijn wel goede resultaten geboekt. De implementatie is door bestaande kennis van TNO in te zetten snel gerealiseerd. De door TNO voorgestelde aanpassingen bieden inzittenden een significant hogere kans om een aanslag met een geïmproviseerd explosief te overleven. Vanaf december 2009 is deze modificatie ingevoerd voor YPR-pantservoertuigen in Afghanistan.



SPREEKKOREN IN BEELD

De voetbalclub ADO Den Haag heeft als doelstelling publieksvriendelijke en veilige wedstrijden te organiseren. De bouw van een nieuw stadion bood de unieke kans om het gehele veiligheidssysteem te herontwerpen. ADO Den Haag en TNO zijn deze uitdaging samen aangegaan. De kunst was om de verschillende wensen en eisen van de gemeente Den Haag, politie Haaglanden, de KNVB en de voetbalclub ADO zelf natuurlijk te combineren. In het stadion is volop gebruik gemaakt van nieuwe technologie. Biometrische gezichtsherkenning is onderdeel van de toegangscontrole. Hoge resolutie digitale camera's bieden het overzicht maar geven ook de mogelijkheid om in te zoomen. Het nieuwe ADO-stadion beschikt verder over een geavanceerd akoestisch signaleringsnetwerk. Door richtmicrofoons te koppelen aan de aanwezige videocamera's kan snel worden ingezoomd op ongewenst gedrag op de tribunes. Stewards en politie kunnen hierdoor snel ingrijpen bij het ontstaan van onlusten. De bij ADO Den Haag toegepaste concepten zijn de eerste innovaties die voortkomen uit de samenwerking tussen de inmiddels meer dan driehonderd bedrijven die zich, binnen de *The Hague Security Delta*, met veiligheid bezighouden in de regio Haaglanden.

02. PERSPECTIEF

PARTNER VOOR MKB

Zevenhonderdduizend bedrijven vormen gezamenlijk het Midden-en Kleinbedrijf van Nederland. Ruim vijftienduizend bedrijven hierbinnen gelden als innovatieve koplopers.

Het Midden- en Kleinbedrijf beschikt doorgaans niet over de middelen om een eigen afdeling onderzoek en ontwikkeling op te zetten. De drang en noodzaak om te innoveren is er echter niet minder om. Vandaar dat het mkb een sterke behoefte heeft aan een publieke kennisinfrastructuur waartoe zij makkelijk toegang heeft. TNO kan de vertaalslag van theorie naar praktijk maken en is dan ook de grootste kennisaanbieder voor het mkb in Nederland.

Dertig procent van de bedrijfsopdrachten bij TNO is afkomstig van het mkb. Voor 2010 bedroeg de totale omzet van opdrachten uit het mkb dertig miljoen euro. Kennisontwikkeling voor het mkb vindt verder plaats in een TNO-programma met cofinanciering van de deelnemende bedrijven. Elke door het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie geïnvesteerde euro levert via dit programma de bedrijven een omzetstijging van zeven euro op.

Veel mkb'ers zijn onderdeel van een ecosysteem zoals we dat rond de chipmachinefabrikant ASML aantreffen. De Eindhovense multinational gaat zelfs zo ver dat een deel van de voor het bedrijf strategische productontwikkeling plaatsvindt bij de kleine toeleveranciers. TNO helpt deze bedrijven met bijvoorbeeld de implementatie van zeer geavanceerde technieken om ultraschone componenten te produceren.

Voor het opwaarderen van hele clusters binnen het mkb zorgt TNO proactief voor kennisoverdracht- en verspreiding in verschillende laagdrempelige vormen. Dat gebeurt bijvoorbeeld door het beschikbaar stellen van faciliteiten in een praktijksituatie, de zogeheten Field Labs. In een kas in het Westland bijvoorbeeld werkt TNO met toeleveranciers samen aan nieuwe technologie voor in de glastuinbouw. Ook via BranchelInnovatieContracten komt kennis van TNO ten goede aan technologieclusters.

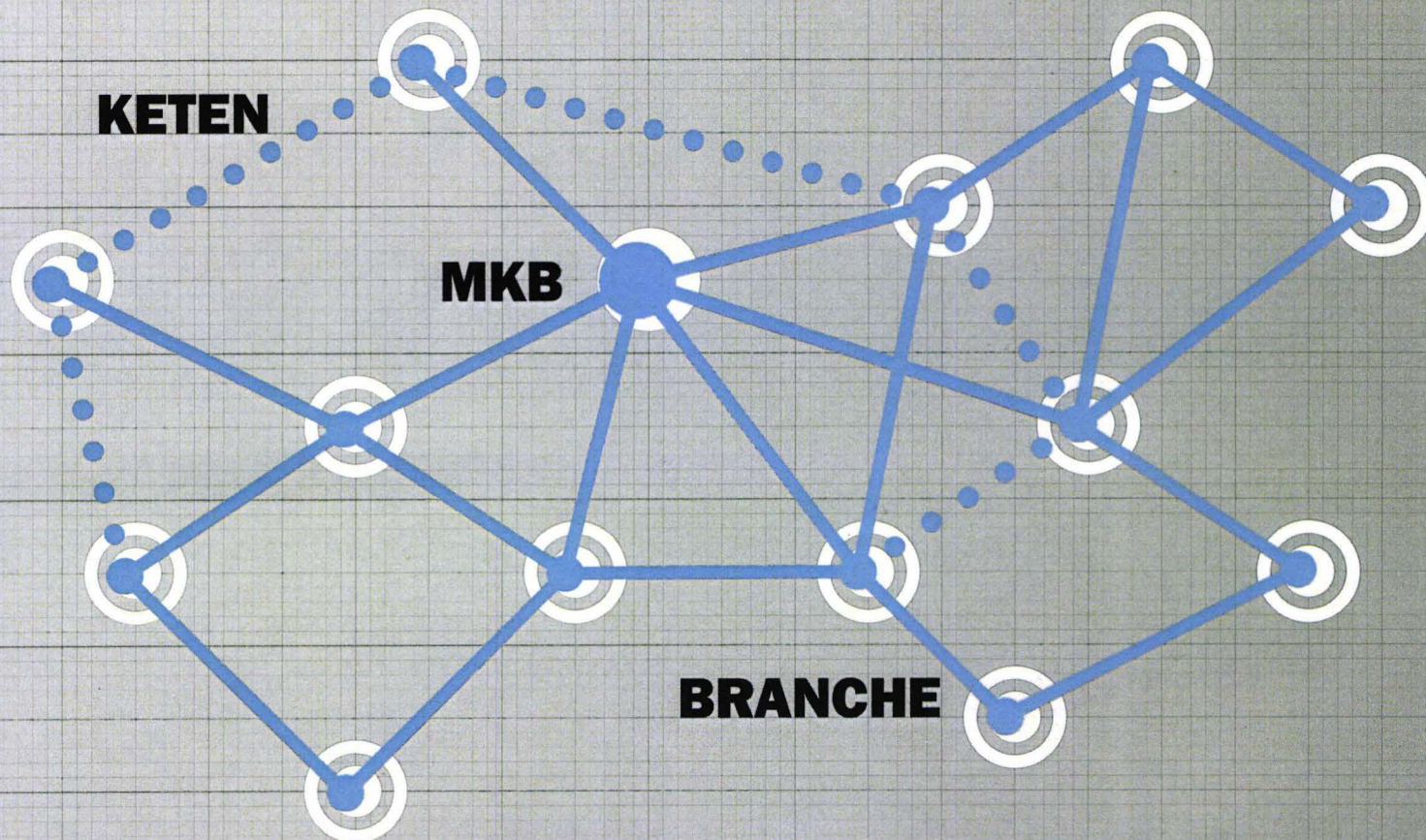


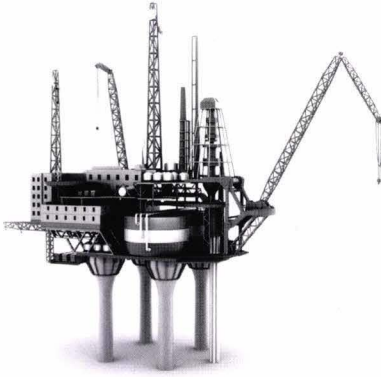
**OPLOSSINGEN/
KENNIS-
ONTWIKKELING**

**OPWAARDERING
VAN KETEN/
KENNISEXPLOITATIE**

**KENNIS-
VERSPREIDING**

ROL VAN TNO PARTNER IN ONDERZOEK EN ONTWIKKELING





04

ENERGIE

UITDAGING

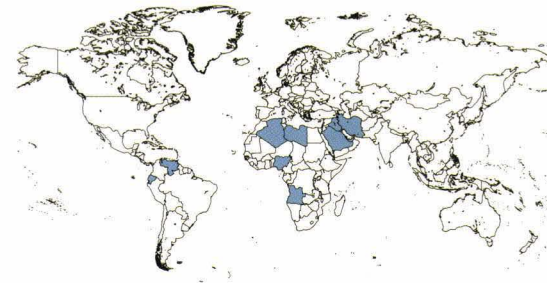
President Bush wond er in 2006 geen doekjes om in zijn State of the Union Speech voor het Amerikaanse congres: "Amerika is verslaafd aan olie." Deze observatie geldt niet alleen voor de Verenigde Staten. Vooral in de snelgroeiende BRIC-landen merkt men dat hoe welvarender de burgers zijn, hoe hoger het energieverbruik. Aangezien de mensheid aan het begin van de 21e eeuw nog vooral de energie uit fossiele bronnen betreft, betekent dit een grote afhankelijkheid van aardolie, gas en steenkool.

Een energietransitie, waarna we alleen nog energie uit hernieuwbare bronnen gebruiken, is om twee redenen noodzakelijk. De eerste reden is dat de voorraden makkelijk winbare fossiele bronnen eindig zijn. De bewezen reserves zijn voor de komende decennia nog toereikend maar de moeilijk winbare reserves zullen de prijs van olie en gas fors opdrijven. De olie moet immers van grotere diepte en onder extremere omstandigheden worden gewonnen. De tweede reden waarom duurzaamheid geen luxe is, zijn milieu- en klimaatoverwegingen. Met de verbranding van fossiele bronnen komen grote hoeveelheden CO₂, NO_x en fijnstof in de atmosfeer vrij. Deze broeikasgassen zijn mede verantwoordelijk voor de opwarming van de aarde.

Bush bood in zijn speech gelijk ook de oplossing: "Technologie biedt de beste mogelijkheden om de olieverslaving onder de knie te krijgen."

WERELDWIJDE OLIEVELDEN

Er zijn meer dan 40.000 olievelden in de wereld, zowel op het land als in zee. De grootste oliereserves bevinden zich in het Ghawarveld in Saoedi-Arabië en in het Burganveld in Koeweit. In 2010 produceerde de 12 OPEC-landen in totaal 29,2 miljoen vaten olie per dag, op een wereldwijd totaal van circa 69,7 miljoen vaten per dag. De olie exportopbrengst van de OPEC-landen gezamenlijk in 2010 bedroeg 745 miljard dollar.



- Algerije
- Angola
- Ecuador
- Iran
- Irak
- Kuwait
- Libië
- Nigeria
- Qatar
- Saoedi-Arabië
- Verenigde Arabische Emiraten
- Venezuela

NEDERLAND TOEKOMST- BESTENDIG MAKEN

ROL TNO

De Europese Unie heeft de 20-20-20 doelstellingen geformuleerd voor een groene economische groei. Europa wil in 2020: 20% minder CO₂ uitstoten (dan in het jaar 1990), hernieuwbare bronnen moeten over tien jaar in 20% van de totale energiebehoefte voorzien en efficiëntie maatregelen moeten voor 20% energiebesparingen zorgen. Een vanzelfsprekende maar zeker niet triviale randvoorwaarde aan de energietransitie is dat deze ingrijpende systeemverandering geen invloed mag hebben op de beschikbaarheid en betaalbaarheid van energie. TNO is samen met de overheid en het bedrijfsleven bezig om Nederland toekomstbestendig te maken. Op het gebied van duurzame energie is TNO een leidende speler voor de volgende generatie zonnecellen. Samen met de TU Eindhoven, ECN en een aantal private partijen is de technologie ontwikkeld om flexibele zonnecellen te printen die breder inzetbaar zijn.

TNO is met verschillende internationale oliemaatschappijen actief om de exploratie en productie van olie- en gasvelden te optimaliseren. Hierdoor kunnen we langer met de bestaande energiereserves vooruit. Een belangrijk werkgebied van TNO is de afvang en opslag van CO₂. TNO heeft de overheid uitgebreid geadviseerd over de technische mogelijkheden en veiligheidsaspecten van CO₂-opslag op het land. Over de gehele keten van afvang bij de energiecentrale, vervoer en opslag heeft TNO expertise in huis. Verschillende door TNO in consortia ontwikkelde oplossingen worden onder meer in Polen, Spanje en Engeland toegepast. Bijzondere internationale belangstelling is er voor de technologie om CO₂ als drijfgas te gebruiken voor een hogere opbrengst bij de winning van olie en gas. Hiermee heeft CO₂-afvang en -opslag naast het klimaatvoordeel ook een economisch rendement. Dit was alleen mogelijk door de kennis van TNO over oliewinning te combineren met de aanwezige expertise op het gebied van CO₂-opslag. TNO beschikt over een database waarin alle kennis van de Nederlandse bodem is verzameld. In de wereld is het uniek om, zoals de Geologische Dienst, te beschikken over een publiek toegankelijk 3D-bodemmodel van het maaiveld tot vijf kilometer daaronder. Dit vormt een schat van essentiële informatie voor de winning van olie, gas en grondwater maar ook om bijvoorbeeld de mogelijkheden voor de winning van aardwarmte of schaliegas in Nederland te onderzoeken.

NEDERLANDSE GASBEL

Nederland beschikt zowel op het land als in de Noordzee over eigen voorraden aan aardolie. Op het continentaal plat bevindt zich zo'n 15 miljoen m³ aardolie. Om deze olie te winnen heeft Nederland 143 productieplatforms in de Noordzee. Het grootste gasveld in Nederland ligt bij Slochteren (Groningen).



• Slochteren (Groningen)



MEER OLIE EN GAS UIT BESTAANDE VELDEN

In de oliewinning is het normaal dat tweederde van de aanwezige olie achterblijft in de bodem. Dat is natuurlijk doodzonde. Samen met Shell en de TU Delft heeft TNO het ISAPP-programma opgezet, waardoor de olieproductie inmiddels al enkele procenten is verhoogd. ISAPP staat voor *Integrated Systems Approach for Petroleum Production*. Met bijna vijftig promovendi is sinds 2004 keihard gewerkt om te komen tot de effectieve smart field-aanpak die inmiddels wereldwijd wordt toegepast. Door gebruik te maken van sensoren in de boorput en deze gegevens in modellen te koppelen aan de beschikbare geologische informatie, is het mogelijk op een slimme manier meer olie naar boven te krijgen. Het bijzondere van ISAPP is de nauwe samenwerking tussen geologen, technici en commerciële praktijkmensen in combinatie met de snelle implementatie. Nieuwe inzichten worden zo snel mogelijk getoetst in de praktijk. Minder succesvolle ideeën worden in een vroeg stadium ontmaskerd, bij goede testresultaten daarentegen kunnen de teams met volle kracht vooruit. ISAPP gaat de komende vijf jaar uitgebreid met nieuwe partners verder met het ISAPP2-programma.



DE WARMTE VAN DE AARDE BENUTTEN

Zes jaar geleden deed Nederland nog niets op het gebied van aardwarmte. Een tuinder uit het Westland klopte bij TNO aan met de vraag of aardwarmte hem geen energiebesparing kon opleveren. Dat bleek inderdaad het geval. TNO heeft in een meerjarenproject de tuinder voorzien van een aardwarmte-installatie. De tuinder heeft in tien jaar zijn investering terugverdiend en levert zelfs warmte aan de burens. Door het betrekken van de overheid bij dit traject is de regelgeving aangepast. Het project is zo succesvol gebleken dat verschillende adviesbureaus inmiddels gespecialiseerd zijn in het ontwerp en de implementatie van aardwarmte-installaties. Naast de economische impuls heeft TNO met dit project een duurzame energiebron ontsloten. Nederland heeft de achterstand op het gebied van aardwarmte hierdoor in gelopen.

UITDAGING



05 MOBILITEIT

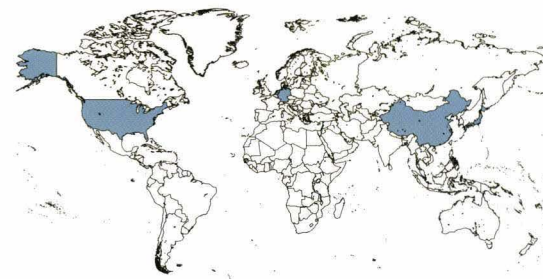
Mobiliteit is een voorwaarde voor welvaart en welzijn. Het biedt mensen de mogelijkheid om elkaar te ontmoeten, samen te werken of te ontspannen. Het brengt grondstoffen en halffabricaten op weg naar fabrieken, producten naar winkels en consumenten. Logistiek is de smeerolie van onze economie. Niet alleen omdat de sector meer dan vier procent bijdraagt aan het Bruto Nationaal Product maar ook omdat logistiek de pijler is van onze handelsnatie.

De Rotterdamse haven en luchthaven Schiphol zijn de afgelopen jaren fors gegroeid. Ook is er een forse groei van het woon-werkverkeer. We lopen echter tegen de grenzen van het systeem aan. De dagelijkse files, het toenemende energieverbruik, de uitstoot van CO₂ en fijnstof, de problemen met verkeersveiligheid en geluidsoverlast zijn daar voorbeelden van. Bedenk daarbij dat de Verenigde Naties voorspellen dat in 2030 zestig procent van de wereldbevolking in steden woont. De situatie is nu al nijpend, bijvoorbeeld voor de snelgroeïende megacities in China.

Hoe organiseren we een betrouwbaar logistiek systeem voor mensen en goederen dat veiliger, schoner en stiller is? Alleen al een slimmere benutting van de infrastructuur leidt tot enorme besparingen in geld en tijd.

EXPORTLANDEN

Duitsland was in 2008 de grootste exporteur van goederen ter wereld. Het exporteerde in 2008 in totaal voor 1.465 miljard dollar. China, dat voor 1.428 miljard dollar aan goederen verscheepte is de op één na grootste exporteur. De Verenigde Staten staat op de derde plek, Japan op de vierde en Nederland met 634 miljard dollar op de vijfde plaats.



- Duitsland
- China
- Verenigde Staten
- Japan
- Nederland

LOGISTIEK WORDT GEDREVEN DOOR INFORMATIE

ROL TNO

Mensen en goederen op een verantwoorde manier in beweging houden en de vooruitgang versnellen. Dat is de opgave op het gebied van mobiliteit. Nederland is dankzij onder meer zijn ligging, lucht- en zeehavens, bevolkingsdichtheid en aanwezige kennis een ideale proeftuin om oplossingen te ontwikkelen en te implementeren.

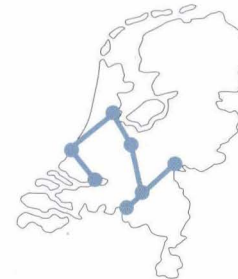
De auto is een technologisch steeds hoogwaardiger product dat een actieve rol speelt waar het veiligheid betreft. In Zuidoost-Nederland bevindt zich een cluster van belangrijke toeleveranciers van de auto-industrie. Ook TNO is daar actief. In Helmond heeft TNO testfaciliteiten om de nieuwste voertuigmotoren en sensoriek in voertuigen te testen. Vooral vanuit autoproducerende landen in Europa en het Verre Oosten is hier grote belangstelling voor.

De visie voor de toekomst van de logistiek, mede door TNO ontwikkeld, is nu vertaald in de plannen voor de economische topsector Logistiek. De volgende revolutie in de logistiek wordt gedreven door informatie: de juiste informatie op het juiste moment bij de juiste partij. Door regie te voeren over de hele logistieke keten kan het optimum gevonden worden in belading, milieubelasting, vervoermodaliteiten en tijdstip van levering. Dat betekent wel dat op elk moment bekend moet zijn waar een lading is, hoe snel het schip vaart of de vrachtauto rijdt, wat het energieverbruik is, de capaciteit van de haven, de kosten van opslag en of de klant meer of minder spoed heeft met de bestelling. In de nieuwe visie leggen we niet langer vooraf vast hoe goederen van A naar B gaan, maar kiezen we onderweg het op dat moment meest logische transportmiddel.

Een open ICT-platform maakt het straks mogelijk dat de overheid de hiervoor noodzakelijke virtuele infrastructuur voor haar rekening neemt, terwijl het bedrijfsleven hiervoor applicaties ontwikkelt. TNO heeft op dit gebied een leidende positie vanwege de aanwezige expertise en de ervaring als regisseur.

AUTOSNELWEGDICHTHEID

Nederland heeft met een dichtheid van ongeveer 57,5 kilometer autosnelweg per 1.000 km² de grootste autosnelwegdichtheid van de Europese Unie. Nederland beschikt over ongeveer 135.470 km openbare weg. De belangrijkste verkeersknelpunten waren volgens de ANWB in 2009:

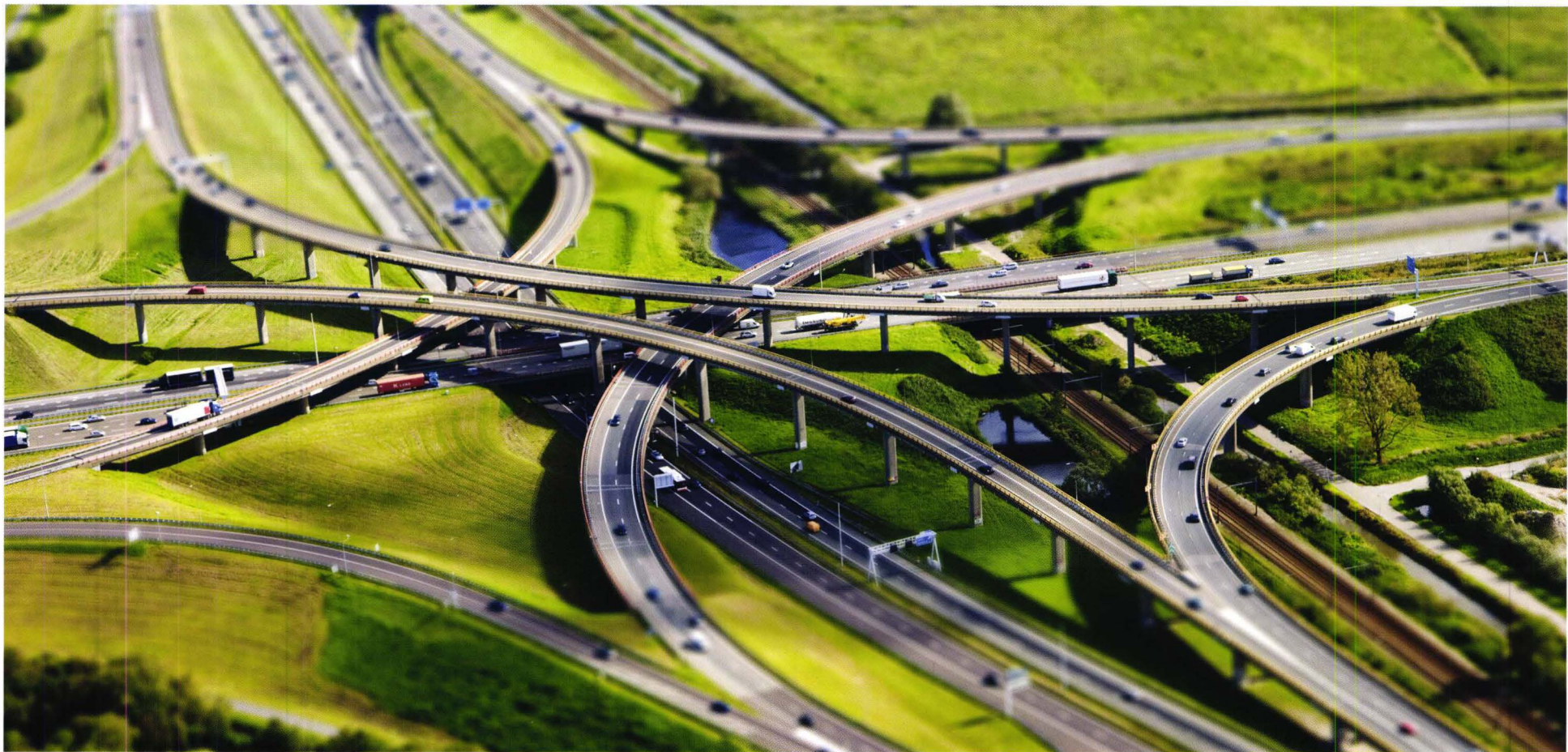


- A2: Utrecht – 's Hertogenbosch
- A2: Amsterdam – Utrecht
- A4: Amsterdam – Den Haag
- A50: Arnhem – Eindhoven
- A13: Den Haag – Rotterdam



DE BESLUITVAARDIGE AUTO

Een moderne auto bezit meerdere systemen die de auto en zijn omgeving bewaken en indien nodig ingrijpen. Denk bijvoorbeeld aan het ingrijpen van het ABS tijdens het remmen op een gladde ondergrond om te voorkomen dat de auto in een slip raakt. Een ander voorbeeld is snelheidsafhankelijke stuurbechrchtiging of het ESP-systeem. TNO heeft een regelsysteem ontwikkeld dat gebruik maakt van sensoren die de snelheid, de hellingshoek, de omgeving en de krachten op de auto meten. In een centrale module komt al deze informatie bij elkaar en wordt in een fractie van een seconde de toestand van de auto berekend en worden opdrachten gegeven aan de verschillende controlesystemen. Dit zorgt ervoor dat de aanwezige regelsystemen elkaar niet gaan tegenwerken maar dat een optimale samenwerking ontstaat. Dat maakt auto's veiliger, beter beheersbaar en comfortabeler. Het beste bewijs van het succes is dat BMW sinds 2008 deze TNO-technologie standaard toepast in de BMW 5-serie personenauto's.



VINGERAFDruk VAN EEN FILE

Files hebben verschillende oorzaken: files als gevolg van een ongeluk, files door beperkte capaciteit van de weg en spookfiles. Voor elk type file geldt een andere oplossing. Onder de noemer 'Smart Mobility' werkt TNO samen met onder andere Peek, NXP Semiconductors, TomTom, diverse mkb'ers, universiteiten en Rijkswaterstaat aan het implementeren van oplossingen voor de spookfiles. De typische 'schokgolven' die spontaan leiden tot spookfiles zijn te voorkomen als weggebruikers onderling hun snelheid slim aanpassen. Het blijkt dat als slechts tien procent van de auto's een systeem aan boord heeft dat de bestuurder adviseert over zijn snelheid, er al een filereductie van vijf procent is te behalen. Naast de technische aspecten van dit systeem kijkt TNO ook nadrukkelijk naar de gedragscomponent. Hoe gaan mensen om met dergelijke nieuwe adviserende systemen? En hoe gaan ze om met systemen die ook zelf ingrijpen? Daarnaast is TNO bezig op regionaal niveau oplossingen te vinden rond bekende verkeersknelpunten. Zijn er afspraken te maken met grote werkgevers en gemeenten om 'het nieuwe werken' in te voeren zodat de beperkingen van het verkeerssysteem minder overlast geven?

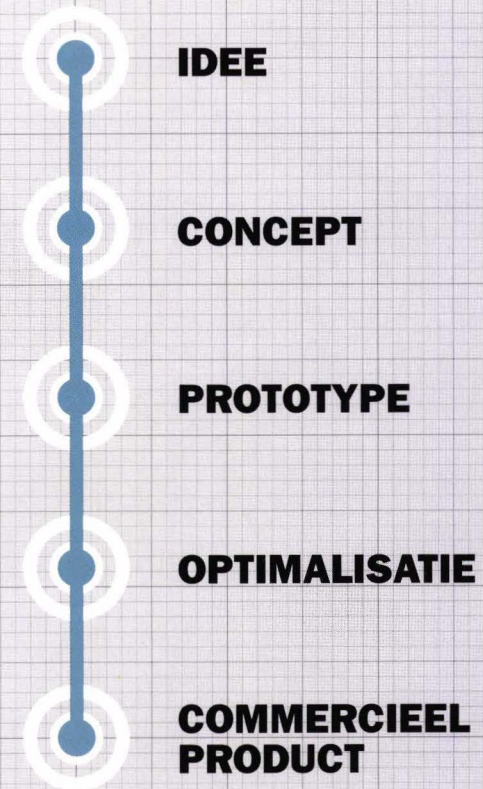
03. PERSPECTIEF

OPEN INNOVATIE

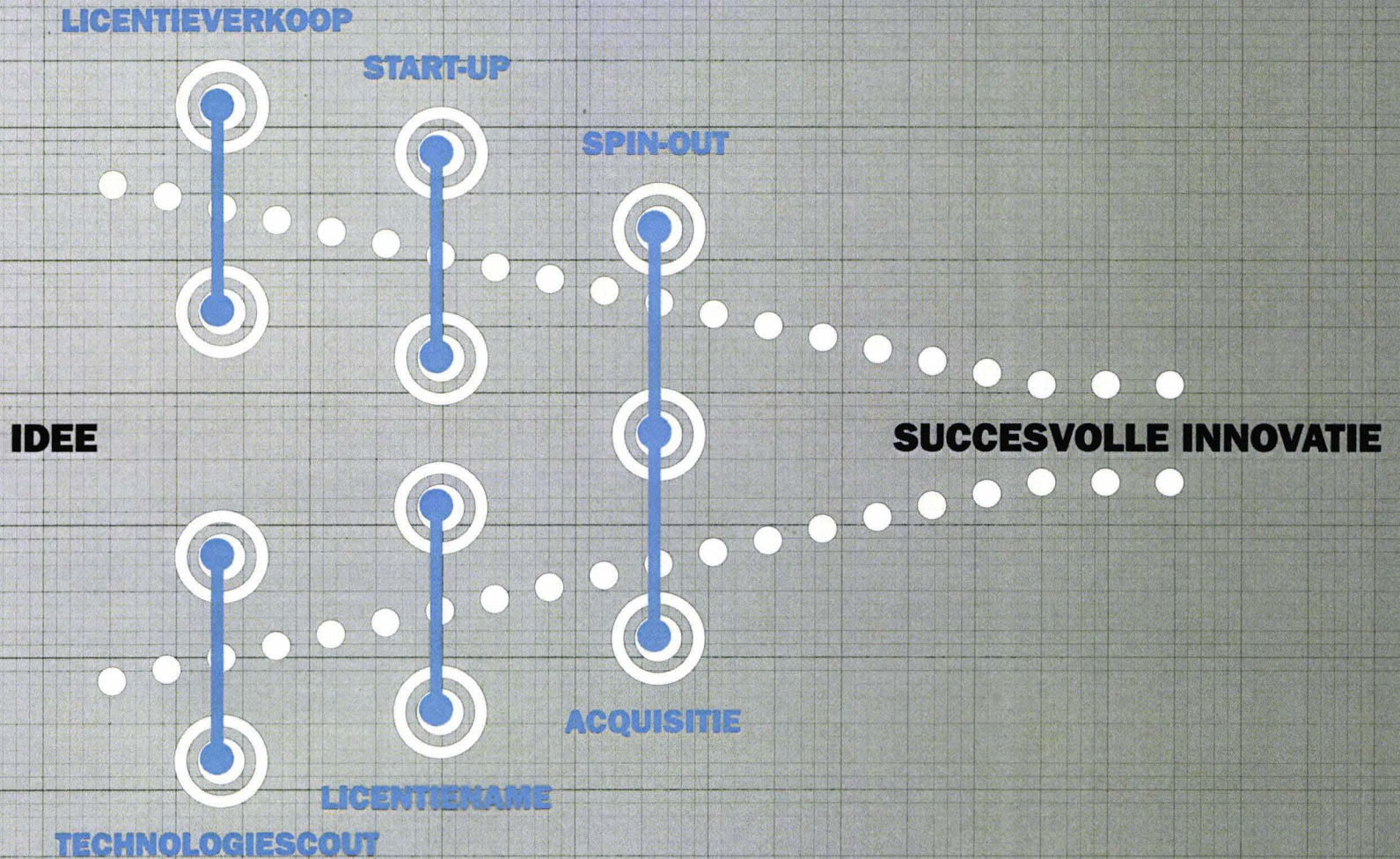
Het maakt niet uit hoeveel een R&D-organisatie investeert in een bepaald kennisdomein, de som van alle investeringen buiten de deur op hetzelfde domein is altijd groter. Hoe goed de eigen werknemers ook zijn, er zijn duizend keer meer slimme mensen met goede ideeën die niet op de loonlijst staan. Het idee van open innovatie is om dit kennispotentieel te ontsluiten. Dat vraagt een totaal andere manier van werken. De onderzoeker moet de wijde wereld in op zoek naar beschikbare kennis.

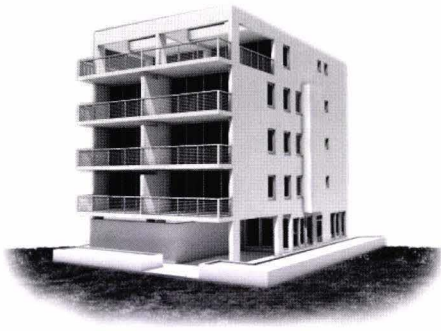
Toonbeeld van open innovatie is het Holst Centre. Meer dan dertig partners van zeer verschillende omvang delen kennis en kosten om generieke technologie te ontwikkelen op het gebied van autonome sensoren en flexibele zonnecellen. De deelnemers krijgen zo toegang tot een veel groter depot van intellectueel eigendom dan zij ooit op zichzelf hadden kunnen ontwikkelen. Opgericht in 2005 door het Vlaamse imec en TNO, met steun van het toenmalig ministerie van Economische Zaken biedt het Holst Centre inmiddels onderdak aan meer dan tweehonderd onderzoekers uit binnen- en buitenland.

We spreken van een innovatietrechter om het proces van kennis naar product in het schap aan te geven. Op elk punt in de trechter kunnen nieuwe kennis en vaardigheden van buiten worden aangetrokken. Dat kan in de vorm van een licentie op een octrooi, via een intensieve samenwerking met een private partij, of zelfs door integratie van een R&D-afdeling zoals TNO heeft gedaan met KPN. Andersom kan er ook kennis in de keten ontstaan die veel potentie heeft maar niet binnen de eigen missie past. Deze kennis kan te gelde worden gemaakt door de verkoop van octrooien of via spin-outs, het vervreemden van bedrijfsonderdelen. Een goed voorbeeld is het TNO Centrum voor Brandveiligheid dat zich heeft omgevormd tot een marktpartij en daarmee de omzet over de periode 2007-2010 met een factor 3,5 heeft vergroot. Onderzoekers van TNO kunnen ook met ondersteuning van TNO Bedrijven B.V. een eigen bedrijf starten dat op termijn wordt verkocht aan bijvoorbeeld een durfinvesteerder. De starter gnTel, een vernieuwende telecomoperator voor ondernemers, is zo'n groeidiamant met een omzet van inmiddels drie miljoen euro. De kunst van succesvolle open innovatie is om de gehele innovatietrechter, de portfolio van alle lopende projecten in verschillende stadia van marktrijpheid, continu te optimaliseren.



ROL VAN TNO KENNISPOTENTIEEL ONTSLUITEN





06

GEBOUWDE OMGEVING

UITDAGING

Het aantal mensen dat wereldwijd in een stad woont, groeit elke week met een miljoen. In Nederland woont maar liefst negentig procent van de bevolking in een stedelijke omgeving. Ieder van deze stadsbewoners wil een huis, werk, recreatie, zorg en voorzieningen binnen handbereik en een veilige wijk met een gezond leefmilieu.

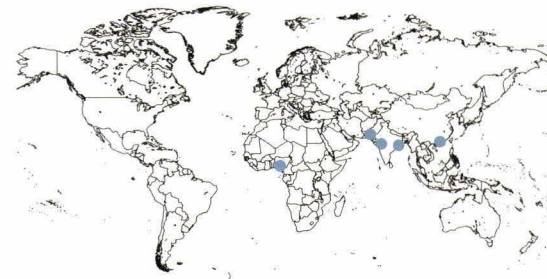
Een factor van grote betekenis is de toenemende vergrijzing. Op dit moment is vijftien procent van de bevolking ouder dan vijftenzestig. Vergrijzing stelt andere eisen aan de leefomgeving. Bovendien is Nederland, als laaggelegen land met grote economische centra gelegen in een delta, gedwongen rekening te houden met de gevolgen van klimaatverandering. Twintig procent van het energieverbruik vindt plaats in de stedelijke omgeving. Dus ook voor het terugdringen van het energieverbruik en de bijbehorende CO₂-emissies vraagt de stad noodzakelijkerwijs om aandacht.

Een groot deel van de infrastructuur en gebouwen in Nederland dateert uit de jaren vijftig en zestig en nadert het einde van de beoogde levensduur of voldoet niet meer aan de huidige eisen. De met renovatie en onderhoud gepaard gaande kosten zijn zeer hoog. De gebouwde omgeving staat mede daarom hoog op de agenda. Alleen door infrastructuur en stedelijke ontwikkeling integraal te benaderen zal het de overheid, bedrijven en maatschappelijke organisaties lukken om hiervoor de juiste beslissingen te nemen. In het dichtbevolkte Nederland heeft elke verandering vergaande consequenties. Een integrale aanpak is de beste garantie voor een transparante afweging van de belangen van de verschillende partijen.

Naast de maatschappelijke aspecten is er een economisch belang: de bouwsector in Nederland is goed voor 15 procent van het Bruto Nationaal Product. De internationaal gerenommeerde Nederlandse architecten zijn het uithangbord van een sector die in positieve zin aan onze handelsbalans bijdraagt. Verder zijn de vele in de sector actieve mkb-ondernemingen binnen Nederland een belangrijke werkgelegenheidsfactor.

VERSTEDELIJKING

De verstedelijking van de wereld voltrekt zich in een ongekend tempo. Iedere week komt er een miljoen nieuwe stadsbewoners bij. In 2030, voorspelt de VN, woont circa 60 procent van alle wereldburgers in steden. Dat zijn ongeveer 5 miljard mensen. De dichtstbevolkte steden ter wereld, op basis van aantal mensen per km² zijn:



- Mumbai: 29.650 inw./km²
- Kolkata : 23.900 inw./km²
- Karachi: 18.900 inw./km²
- Lagos: 18.150 inw./km²
- Shezhen : 17.150 inw./km²

TNO STAAT EEN INTEGRALE BENADERING VOOR

ROL TNO

TNO onderzoekt en ontwikkelt, adviseert, jaagt aan, regisseert en integreert kennis en technieken binnen het themagebied Gebouwde Omgeving. In alle gevallen staat TNO een integrale benadering voor waarbij gekeken wordt naar de gehele levenscyclus van een bouwwerk als onderdeel van een wijk. TNO helpt overheid en bedrijven de juiste beslissingen te nemen over de ontwikkeling van de stedelijke omgeving. Dat gebeurt bijvoorbeeld door het ontwikkelen van geavanceerde simulatietools als *Urban Strategy*, dat beleidsmakers ondersteunt in de besluitvorming.

Een belangrijk onderwerp is de verlenging van de levensduur van de bestaande gebouwen en infrastructuur. Onderzoek naar kathodische bescherming tegen roest van bruggen en viaducten bijvoorbeeld, toont aan dat de restlevensduur van objecten flink is te verlengen. Ook maken sensoren in het wegdek het mogelijk te bepalen wanneer de weg een onderhoudsbeurt nodig heeft. Dat scheelt veel geld en onnodige hinder door wegwerkzaamheden terwijl anderzijds de veiligheid van de weggebruiker niet in gevaar komt.

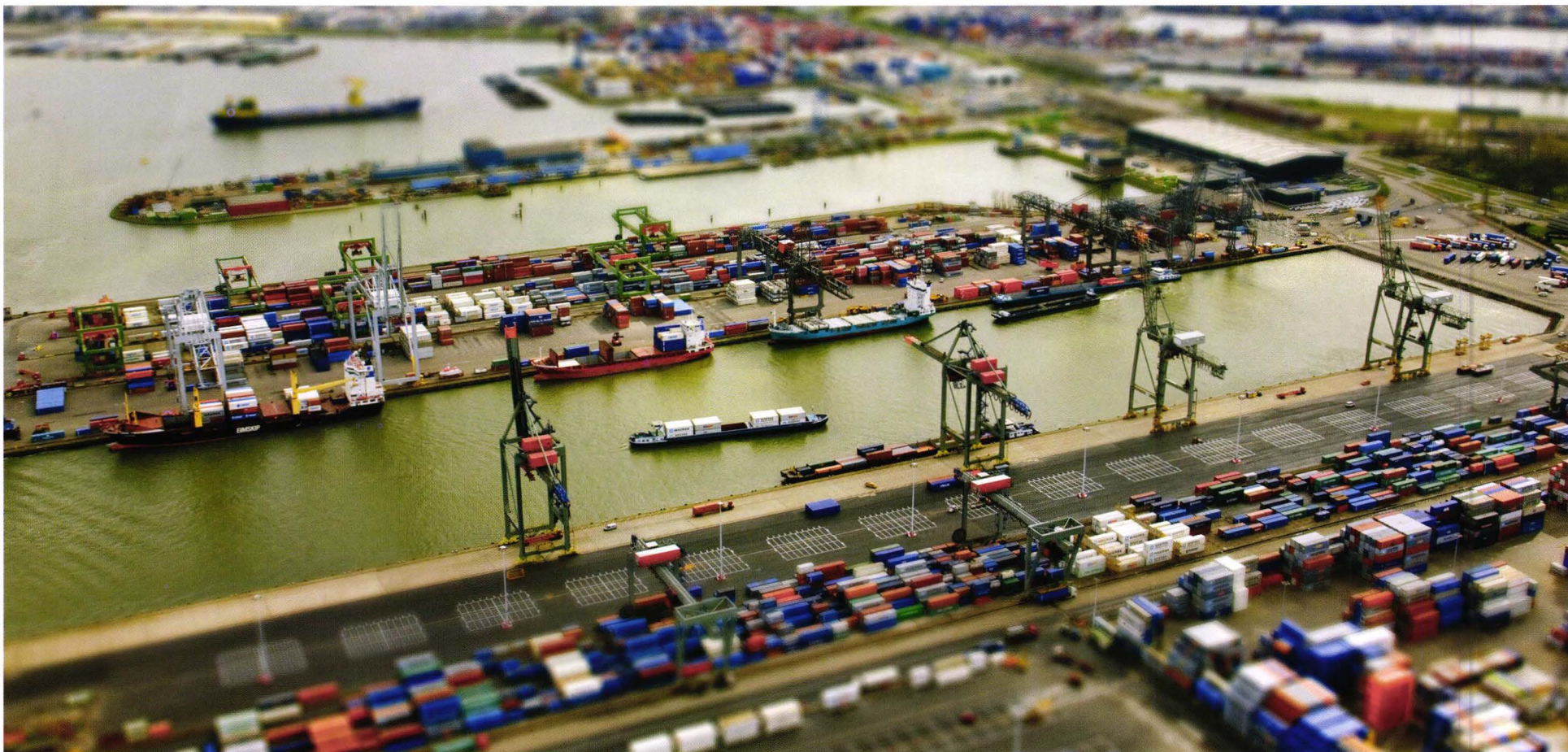
Modellen van TNO hebben aan de basis gestaan om de energieprestatie van huizen en gebouwen te voorspellen. Duurzaamheid is voor het Nederlandse bedrijfsleven een ontwikkeling met unieke kansen. Samen met banken, technologieleveranciers en bouwbedrijven is TNO in Valkenburg (ZH) bijvoorbeeld bezig een energieneutrale wijk te ontwikkelen. Wat niet veel mensen buiten de sector weten, is dat de bouwsector heel veel mkb-bedrijven telt. TNO speelt via collectieve R&D-contracten zo de rol van wegbereider voor deze mkb-ers.

GROOTSTEDELIJKE REGIO

Nederland kent geen megacities, maar heeft met de Randstad wel een grootstedelijke regio waar inmiddels meer dan 7 miljoen Nederlanders wonen. De gemiddelde bevolkingsdichtheid in de Randstad is 915 inwoners per km². De bevolkingsdichtheid van de vier grote steden in Nederland is:

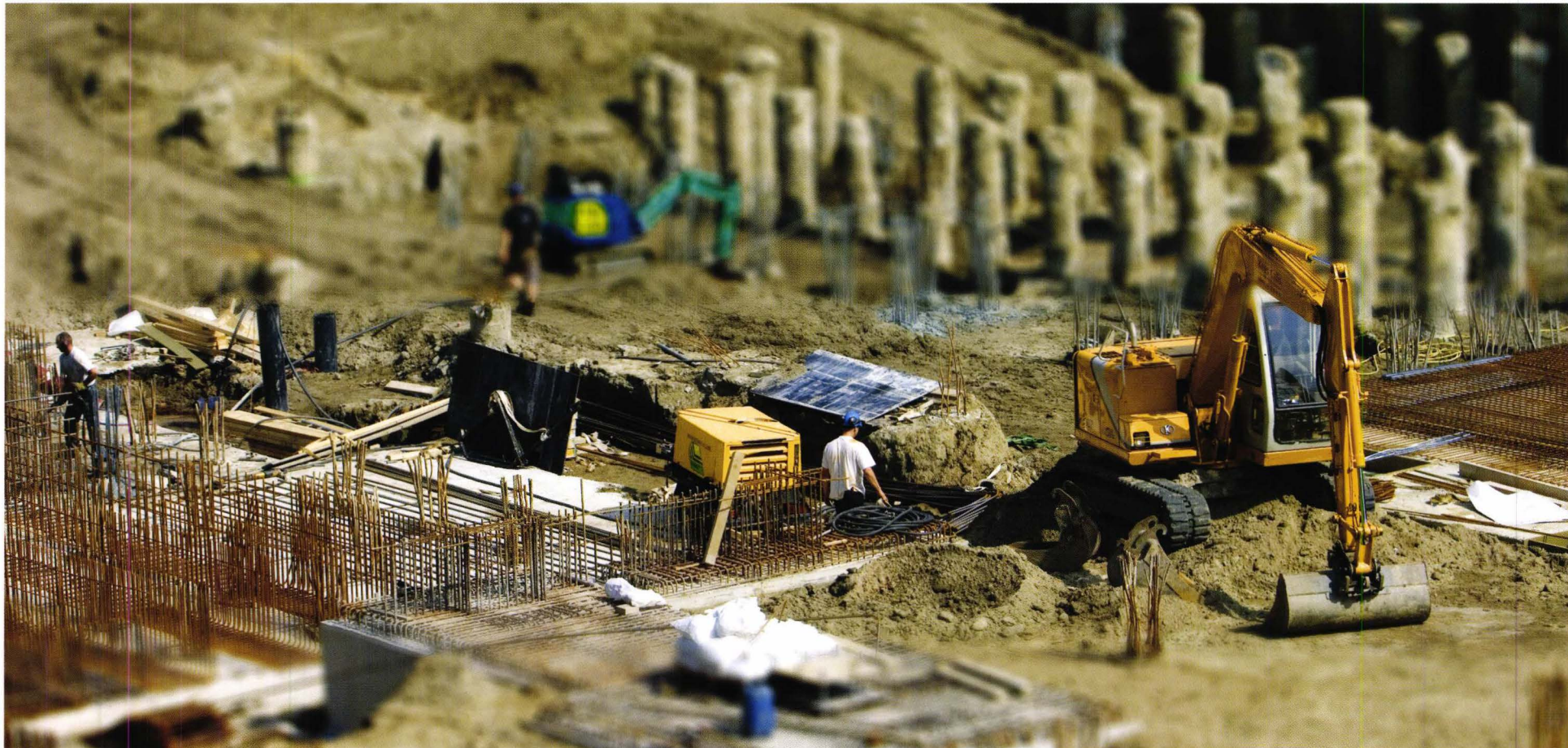


- Den Haag: 5.794 inw./km²
- Amsterdam: 4.711 inw./km²
- Utrecht: 3.279 inw./km²
- Rotterdam: 2.970 inw./km²



VERSNELLING RUIMTELIJK PLANPROCES

De aanleg van een snelweg, een nieuwe wijk of een winkelcentrum zal zorgen voor nieuwe verkeersstromen, meer of minder geluidshinder en een andere waterhuishouding. De consequenties van bepaalde keuzes hangen vaak op een ingewikkelde manier samen. TNO heeft met *Urban Strategy* een simulatiemodel gemaakt om het planproces van stedelijke ontwikkeling te versnellen en te optimaliseren. Op basis van alle beschikbare gegevens van bijvoorbeeld verkeersstromen, locatie van woonwijken, waterwegen en bebouwing ontstaat een driedimensionaal beeld van de stad zoals die nu is. Beslissers kunnen razendsnel zien hoe de huidige situatie verandert als gevolg van de geplande ingrepen. Al binnen enkele minuten worden de gevolgen van een toekomstig scenario zichtbaar gemaakt in de vorm van 3D-kaarten, kengetallen en grafieken. Het interactieve beslisinstrument *Urban Strategy* biedt ook de mogelijkheid om bewoners of belanghebbende organisaties al in een vroeg stadium bij de planvorming te betrekken. *Urban Strategy* is ondermeer gebruikt voor de Rotterdamse stadshavens, de spoorzone rond Tilburg en de nieuwe veilingroute in het Westland. Een belangrijk aspect van het model is dat vergunningverstrekkers dezelfde methodiek gebruiken.



EUROPESE INNOVATIEAGENDA

Het beleid in Nederland op het gebied van stedelijke ontwikkeling wordt in Den Haag ontwikkeld. Het kabinet laat de implementatie van dit beleid in toenemende mate over aan regionale overheden. Wetgeving, het toetsingskader en nieuwe richtlijnen worden echter steeds meer op Europees niveau vastgesteld. TNO is volledig partner van InnoEnergy, het kennis- en innovatiecentrum van het European Institute of Technology. Daarnaast heeft TNO zitting in de *High Level Group* van het *European Construction Technology Platform* (ECTP). Het ECTP heeft als doel de kwaliteit en de concurrentiekracht van de Europese bouwsector naar wereldniveau te tillen. Binnen het ECTP stelt de sector de visie voor 2030 op, inclusief de strategische onderzoeksagenda op het gebied van energie in de gebouwde omgeving (E2B) en infrastructuur. Een sterke aanwezigheid in de relevante Europese netwerken is strategisch van groot belang en in lijn met de nieuwe, meer regisserende rol van TNO.



07

INFORMATIE- MAATSCHAPPIJ

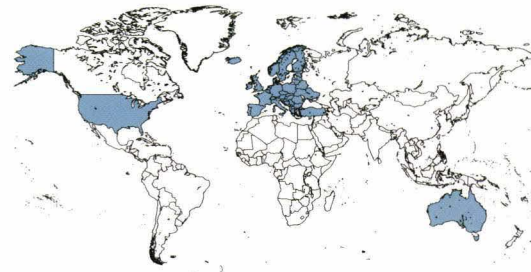
UITDAGING

Op weinig vlakken gaan de ontwikkelingen zo snel als in de informatie- en communicatietechnologie. Bestonden de eerste computers in de jaren veertig uit kamers vol met draden, vacuümbuizen en elektrische schakelingen, nu heeft praktisch iedereen een telefoon op zak met de rekenkracht van een vroegere supercomputer. Het verbinden van zichtbare en verborgen computers in het wereldwijde web heeft op ontelbaar veel gebieden voor een revolutie gezorgd. De economische groei van de afgelopen twintig jaar was niet mogelijk geweest zonder de ICT-revolutie. Naast het feit dat de ICT-sector in Nederland goed is voor 4,7% van het BNP, is informatietechnologie voor bijna alle sectoren een technologie die nieuwe producten en vooral dienstverlening mogelijk maakt. Het nieuwe vakgebied service science onderzoekt de nieuwe kansen die ICT biedt voor de diensteneconomie. Het real-time bijhouden van de stroom van goederen via passieve en actieve sensoren en een transparante informatiehuishouding leidt tot het wegnemen van overbodige voorraden en tot het 'just in time' aanleveren van goederen. Dit is een eerste stap in het vereenvoudigen van de logistieke keten voor bedrijven.

Wereldwijd zijn er ondertussen twee miljard mensen aangesloten op internet; 800 miljoen daarvan zijn op Facebook actief. 68 procent van de Nederlanders is dagelijks online. Het internet laat hiermee alle andere media ver achter zich. De slimme telefoon met internettoegang, plus de explosieve groei van sociale media als Facebook en Twitter, heeft hieraan bijgedragen. Burgers verwachten dat de overheid het digitale domein betreft in haar dienstverlening, maar tegelijkertijd ook hun belangen behartigt. Dit is voor de overheid geen gemakkelijke opgave, getuige de complexe maatschappelijke debatten rondom de invoering van het elektronisch patiëntendossier. Sociale media bieden ook veel kansen om op speelse wijze tot een gezondere levensstijl of tot een leefbare buurt te komen. De virtuele werelden die gecreëerd worden in de gaming-industrie zijn ook relevant buiten de creatieve sector. Ook de overheid houdt zich bezig met serious gaming om de besluitvorming in complexe situaties te verbeteren. In een virtuele omgeving kunnen diverse informatiebronnen gevisualiseerd worden en kunnen verschillende scenario's worden getoetst.

TOEGANG TOT INTERNET

Bijna 1 op de 3 wereldburgers heeft toegang tot internet. Dat is een stijging van 500 procent ten opzichte van het jaar 2000. 61 procent van de wereldburgers die toegang hebben tot internet is dagelijks online. Continenten waar meer dan de helft van de inwoners toegang heeft tot internet zijn:



1. Noord-Amerika: 78,3 %
2. Australië: 60,0%
3. Europa: 58,3%

INFORMATIE MOET BEREIKBAAR EN TOEGANKELIJK ZIJN

ROL TNO

Binnen het thema Informatiemaatschappij ontwikkelt TNO nieuwe technologie, software en beleidsadviezen over de kansen en de risico's van ICT voor burgers, bedrijven en voor de overheid. Een van de sleuteltechnologieën is sensornetwerken. De visie is dat superkleine sensoren zichzelf van energie voorzien en spotgoedkoop zijn. Hierdoor zijn deze bijvoorbeeld in grote aantallen in het asfalt van een nieuwe weg te stoppen, waar de sensoren zelfstandig een meetnetwerk vormen en relevante informatie over de toestand van de weg doorgeven. Dit is minder vergezocht dan het klinkt: TNO heeft al 40.000 sensoren in een proefdijk geïntegreerd.

Een belangrijke rol van TNO is het ontwikkelen van standaarden voor communicatie via telefonie en internet. Zo is de oplossing van TNO om een veiliger internet te maken recent in de prijzen gevallen. Je wilt op internet niet hoeven twijfelen of de website van je bank ook daadwerkelijk van je bank is. Een veilige verwijzing van naam naar internetadres moet dat mogelijk maken. TNO is al jarenlang de strategische R&D-partner van KPN. Op het dak van TNO in Delft staan nu de zendmasten voor de volgende generatie draadloze communicatie die TNO samen met KPN probeert. Datasnelheden tot 125 MBit per seconde zijn hiermee mogelijk.

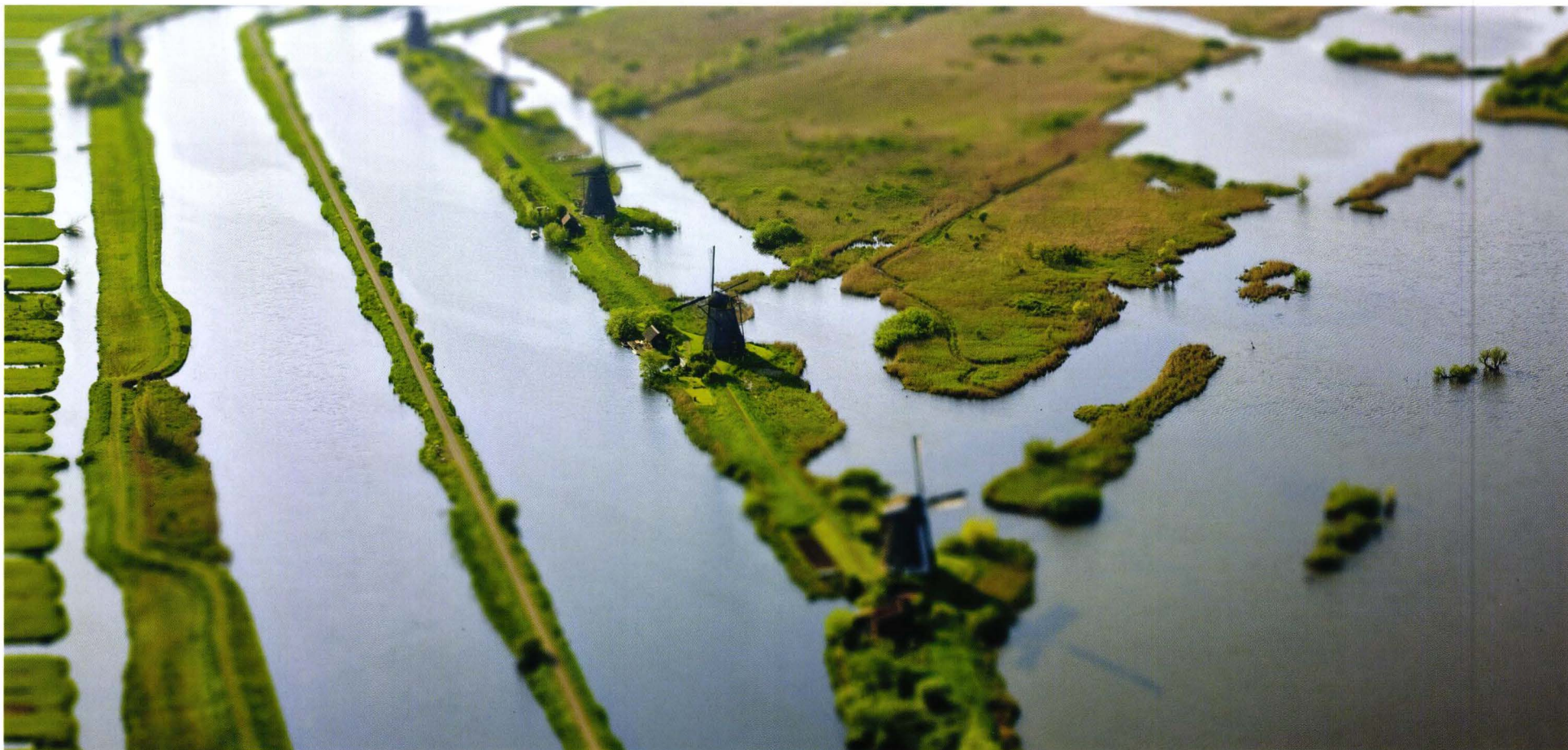
Binnen het thema Informatiemaatschappij werkt TNO ook aan de ontwikkeling van ruimtevaart-technologie. Verschillende telescopen observeren vanuit hun baan om de aarde zowel de aarde als het heelal om ons heen. Naast de uitdaging om de beste meetinstrumenten te maken die onder barre omstandigheden voor langere tijd moeten functioneren, zet TNO zich in om de gegevens die terugkomen zo nuttig mogelijk te analyseren. Het omgaan en verwerken van grote datasets is een vaardigheid die TNO ook inzet om de overheid te ondersteunen bij het Open Data-initiatief waarin de bij de overheid aanwezige informatie publiek beschikbaar wordt gemaakt. Deze transparantie geeft burgers de kans om zelf onderbouwde afwegingen te maken en ondernemers om nieuwe diensten aan te bieden. Informatie moet bereikbaar en toegankelijk zijn.

INTERNET IN NEDERLAND

Momenteel heeft ten minste 93% van de Nederlandse huishoudens toegang tot internet. Nederlanders gaven in 2009 zeker 6 miljard euro uit via internet. De belangrijkste locaties voor het dataverkeer in Nederland zijn:



- Amsterdam
- Ede
- Schiphol-Rijk
- Hilversum
- Rotterdam



40.000 SENSOREN VOOR DROGE VOETEN

Met de voorspelde stijging van de zeespiegel in de komende decennia is de wereldwijde veiligheid van de huidige dijken niet gegarandeerd. Alle dijken uniform verhogen is een kostbare oplossing. Nederland heeft een eeuwenlange historie in zijn strijd tegen het water. TNO heeft de historie een moderne twist gegeven en realiseerde met de waterschappen en leveranciers van sensoren in Noord-Nederland een nieuwe dijk: de ijkdijk. Door een proefdijk te bouwen, voorzien van 40.000 sensoren, en deze bloot te stellen aan alle mogelijke belastingen zoals overmatige regenval en golven zijn de parameters van een dijkdorbraak geïdentificeerd. Omdat duidelijk is welke dijken zich in de gevarezone bevinden, kan een gefundeerde keuze gemaakt worden welke dijken toe zijn aan onderhoud. Hiermee is een enorme kostenbesparing te realiseren. Deze technologie is ook toepasbaar voor andere dure infrastructuur zoals wegen en bruggen. De dijk die destijds doorbrak in het Utrechtse Wilnis is inmiddels van sensoren voorzien. In een groot Europees consortium werkt TNO dit dijkbewakingsconcept verder uit. China heeft belangstelling om deze aanpak in te zetten voor het beheersen van overstromingen van de Gele Rivier.



ADEMEN TUSSEN DE STERREN?

De mensheid vraagt het zich al duizenden jaren af. Zijn we alleen in het heelal? Een noodzakelijke voorwaarde voor het bestaan van leven is de aanwezigheid van water en zuurstof. Onderzoekers van de NASA hebben op basis van metingen met de Herschel-telescoop geconcludeerd dat er zuurstof aanwezig is in het sterrenstelsel Orion. Deze grootste ruimtetelescoop ooit is een project van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA. De infraroodapparatuur, HIFI geheten, waarmee de zuurstof is aangetoond, is in Nederland ontworpen en gebouwd door TNO. De telescoop bevindt zich momenteel op anderhalf miljoen kilometer van de aarde. De spiegel heeft een doorsnede van 3,5 meter en bevindt zich geheel in vloeibaar Helium van 269 graden onder nul. HIFI is het meest complexe meetinstrument voor gebruik in de ruimte ooit gebouwd in Nederland. Meer dan honderd spiegels zijn nodig om de binnenkomende straling in het infraroodgebied te analyseren om zo chemische verbindingen aan te kunnen tonen. Innovatieve optische technieken zijn gebruikt om aan de vereiste precisie te kunnen voldoen. Een dergelijk nauwkeurig instrument voor gebruik in de ruimte werd onmogelijk geacht. TNO heeft laten zien dat het wel kan.

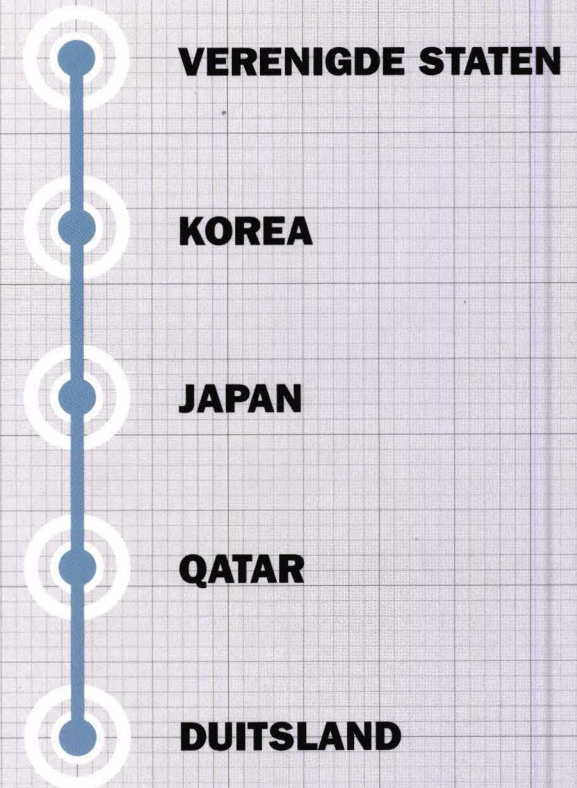
04. PERSPECTIEF

IMPACT OVER DE GRENZEN

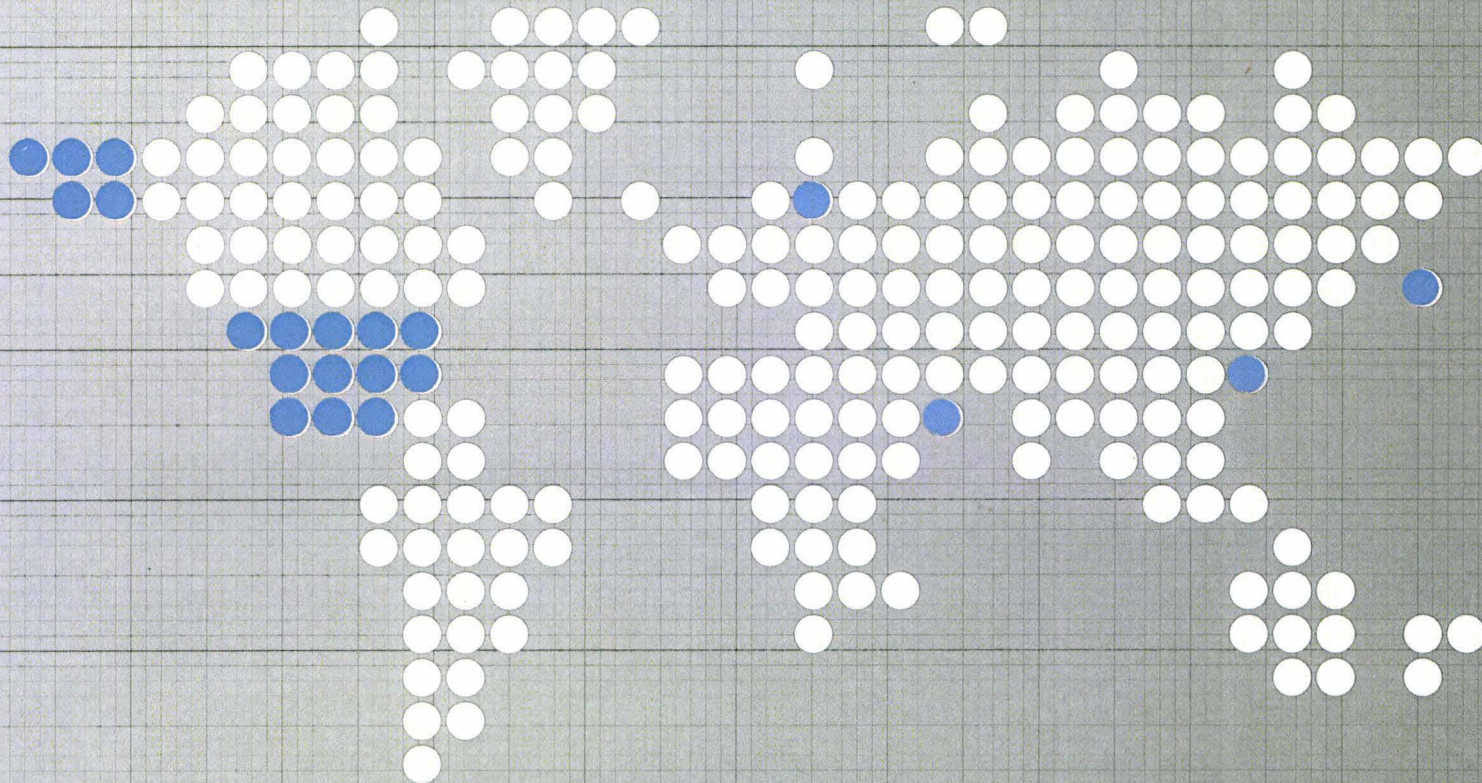
TNO is een Nederlandse kennisorganisatie. De door TNO opgebouwde kennis en expertise zijn echter voor internationale partijen bijzonder interessant. Dat blijkt uit het feit dat inmiddels een kwart van de jaarlijkse omzet van TNO afkomstig is uit het buitenland. Dit zijn directe opdrachten, in de afgelopen periode vooral afkomstig uit Duitsland, de Verenigde Staten en Japan. TNO is binnen de Europese organisaties voor toegepast onderzoek koploper wat betreft het percentage buitenlandse omzet. Daarnaast ontvangt TNO jaarlijks bijna vijftientig miljoen euro via deelname in Europese onderzoeksprogramma's. TNO is daarmee de grootste publieke ontvanger van Europese onderzoeksgelden.

Het vermarkten van de kennis van TNO in het verre buitenland gebeurt via agenten en enkele lokale vestigingen. Europese opdrachtgevers hebben weinig moeite om de weg naar TNO te vinden. Maar voor de specifieke nichemarkten is een lokale representatie vereist. Zo heeft TNO een kantoor in Qatar geopend om bedrijven dichtbij de olie- en gasvoorraden van deze wereld te bedienen. In Korea en Detroit (VS) is TNO aanwezig om de kennis op het gebied van voertuigtechnologie aan de man te brengen. Op het gebied van de life sciences zijn Japan en de Verenigde Staten interessante markten voor TNO.

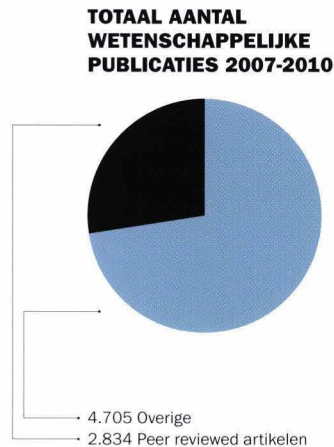
Bedrijven en overheden winkelen over de hele wereld op zoek naar de kennis en expertises die zij nodig hebben. De buitenlandse omzet van TNO bewijst dat de kennispositie van de organisatie op wereldniveau competitief is. Zo heeft bijvoorbeeld vliegtuigfabrikant Boeing grote belangstelling voor het door TNO ontwikkelde videozichtsysteem voor haar nieuwe generatie tankvliegtuigen. Dit systeem is al operationeel om de F16's van de Koninklijke Luchtmacht in de lucht snel en veilig bij te tanken. Andersom biedt de samenwerking met toonaangevende buitenlandse klanten ook inzicht in de wereldwijde ontwikkelingen waardoor TNO de eigen positie versterkt. Voor de komende strategieperiode wil TNO internationaal concurrerend zijn op de gekozen thema's en innovatiegebieden.



ROL VAN TNO
**TNO IS EEN
WERELDSPELER**



KENNIS- ONTWIKKELING



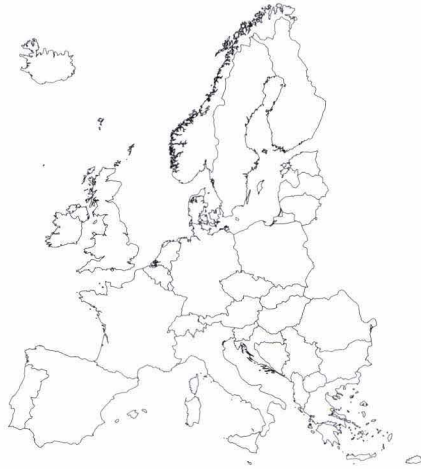
WETENSCHAPPELIJKE SAMENWERKINGEN & IMPACT

TNO publiceerde 2.834 wetenschappelijke artikelen in peer reviewed tijdschriften in de periode 2007-2010. Dat is een stijging van 44 procent ten opzichte van de vorige strategieperiode. Wetenschappelijke publicaties van TNO zijn in 2010 meer dan twintigduizend maal geciteerd. Uit een studie¹ blijkt dat in de periode 2003-2006 de gemiddelde impact van de publicaties van TNO, gemeten in aantal citaties, zestien procent boven het wereldgemiddelde ligt. Regelmatig laat TNO kennis-audits doen naar haar wetenschappelijke kwaliteit door panels van externe experts. Het totale aantal wetenschappelijke publicaties, dus inclusief proefschriften, bijdragen in conferentieverlagen, boeken en rapporten, bedraagt 7.539 voor de periode 2007-2010. Zestig medewerkers van TNO bekleden een universitaire leerstoel. Dit is circa 10% van het totaal aantal deeltijdhoogleraren in Nederland. Zij zijn actief in het universitaire onderwijs en onderzoek, begeleiden jaarlijks tientallen promovendi en spelen een belangrijke rol als aanspreekpunt voor jonge academici. Van deze zestig deeltijdaanstellingen zijn elf medewerkers aan een buitenlandse universiteit verbonden. Daarnaast zijn vijftien medewerkers van TNO als lector werkzaam aan een hbo-instelling.

¹ Steen, J. van (2009), Science System Assessment Feiten en Cijfers 2: De publieke Onderzoeksinstituten. Den Haag, Rathenau Instituut.

DE IMPACT VAN TNO

TNO verbindt mensen en kennis om innovaties te creëren die de concurrentiekracht van bedrijven en het welzijn van de samenleving duurzaam versterken. De inspanningen van TNO om deze missie te laten slagen hebben zowel een economische als een maatschappelijke impact. Naast direct meetbare gegevens als omzet, aantal opdrachten en klanttevredenheid presenteren wij ook gegevens die de leidende rol aantonen van TNO als regisseur en partner van innovatienetwerken. Op de volgende pagina's geven wij een cijfermatige onderbouwing van de impact die TNO in de periode 2007-2010 heeft gehad. Voor de duidelijkheid zijn de gegevens gegroepeerd in de drie fases van het toegepast onderzoek: 1) Kennisontwikkeling, 2) Kennistoepassing en 3) Kennisexploitatie.



**220 INTERNATIONALE
PROJECTEN**

**206 NATIONALE
PROGRAMMA'S**

ONDERZOEKS- CONSORTIA

TNO werkt in meer dan vierhonderd nationale en internationale onderzoeksprogramma's om samen kennis te ontwikkelen. In het Europese Zesde Kaderprogramma, dat in de periode 2007-2010 van kracht was, heeft TNO in 220 projecten deelgenomen. Daarmee is TNO de grootste Nederlandse speler in Europa. Met een eigen inleg van 50 miljoen euro, aangevuld met 70 miljoen euro Europese subsidie, heeft TNO in die periode toegang gekregen tot R&D-activiteiten met een waarde van circa 1,75 miljard euro. Dit is dus een hefboomfactor van 35. In Nederland brengt TNO in vrijwel alle topinstellingen en nationale innovatieprogramma's de toegepaste kennis in. In de afgelopen periode nam TNO deel in 206 nationale programma's.

7,0

**IS DE HEFBOOM OP DE
OMZET BIJ BEDRIJVEN**

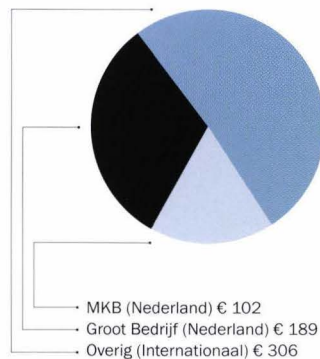
KENNISONTWIKKELING OP MAAT

Met het programma Kennisontwikkeling met Cofinanciering biedt TNO bedrijven de mogelijkheid specifieke innovatiebehoefes te realiseren. In ruil voor een bijdrage in de onderzoekskosten verkrijgt het deelnemende bedrijf een eerste gebruikersrecht op de opgebouwde kennis. Gemiddeld veertig procent van de onderzoekskosten wordt gedragen door het bedrijfsleven. Elke euro ingezet door TNO levert jaarlijks 7 euro omzetstijging en 3,5 euro kostenbesparing bij de bedrijven op die in cofinanciering kennis ontwikkelen. Twee derde van de deelnemende bedrijven geeft aan het voorafgestelde doel van de kennisontwikkeling te halen. De cofinancieringsbijdrage van de bedrijven in deze constructie was in de periode van 2007-2010 28 miljoen euro.

KENNIS- TOEPASSING

BEDRIJFSOPDRACHTEN

**PRIVATE OPDRACHTGEVERS
IN DE PERIODE 2007-2010**



Inkomsten uit opdrachten die in competitie verkregen zijn, vormen het leeuwendeel, namelijk tweederde, van de inkomsten van TNO. 12.000 keer per jaar kiezen opdrachtgevers uit overheid en bedrijfsleven voor TNO.

Het toepassen van de ontwikkelde kennis gebeurt door TNO vaak direct in opdracht van het bedrijfsleven. Over de periode 2007-2010 had TNO 3.500 private opdrachtgevers. Opdrachten direct van het bedrijfsleven in competitie verkregen waren goed voor 35% van de totale omzet in de afgelopen periode.

Met name op de thema's voeding en hightech systemen ontving TNO veel opdrachten van het bedrijfsleven. De economische effecten van deze opdrachten zijn substantieel. Op basis van onze ervaringen genereren deze opdrachten een omzetstijging bij het bedrijfsleven van naar schatting 650 miljoen euro en een kostenbesparing van ruim 300 miljoen euro.

10.000

**MKB'ERS BEREIKT TNO
JAARLIJKS**

TNO ALS R&D-PARTNER VAN HET MKB

In Nederland zijn 700.000 actieve ondernemingen te kenmerken als mkb. Grofweg 120.000 van deze bedrijven staat te boek als innovatief. Van de circa 15.000 echte koplopers bereikt TNO er jaarlijks ongeveer 10.000, waarvan 2.400 individueel en circa 7.500 via brancheorganisaties. Daarmee bereikt TNO als publiek onderzoeksinstituut de meeste mkb'ers in Nederland.

19

**MILJOEN EURO
KOSTEN-
BESPARINGEN**

KENNISOVERDRACHT NAAR HET MKB

Een mkb-ondernemer kon bij Agentschap NL een kennisvoucher aanvragen en die bij een kennisinstelling naar keuze in Nederland inzetten ter beantwoording van een kennisvraag. De regeling was bedoeld om het midden- en kleinbedrijf kennis te laten maken met de kennisinstellingen en innovatie te stimuleren. Vijftwintig procent van alle beschikbare kennisvouchers is ingezet bij TNO. Inmiddels is de regeling omgezet naar een fiscale maatregel.

TNO stimuleert het mkb ook in het toepassen van kennis door middel van kennisoverdracht naar groepen mkb'ers of branches. In de periode 2007-2010 zijn 108 Technologieclusters opgezet, waarmee ongeveer 2.500 bedrijven bereikt zijn. Tweederde van deze bedrijven geeft aan dat de overgedragen kennis (zeer) goed bruikbaar is. Met de op maat gesneden BranchInnovatieContracten heeft TNO in de periode 2007-2010 jaarlijks ongeveer 300 bedrijven direct en 1.000 indirect ondersteund. Zowel de Technologieclusters als de BranchInnovatieContracten hebben bij het bedrijfsleven tot kostenbesparingen (19 miljoen euro) en omzetstijging (12,4 miljoen euro) geleid.

OVERHEIDS- OPDRACHTEN

Ook voor veel departementen, lagere overheden maar ook rechtbanken is TNO een betrouwbare partner voor het leveren van advies en concrete toepassingen van kennis. Dit zijn opdrachten op het gebied van maatschappelijke zaken zoals bijvoorbeeld jeugdzorg, ongevalpreventie of veiligheid. Een economisch effect is dan niet het belangrijkste voor de opdrachtgever, hoewel soms aanzienlijke kosten kunnen worden bespaard doordat TNO voorkomt dat verkeerde besluiten worden genomen en onnodige investeringen worden gedaan.

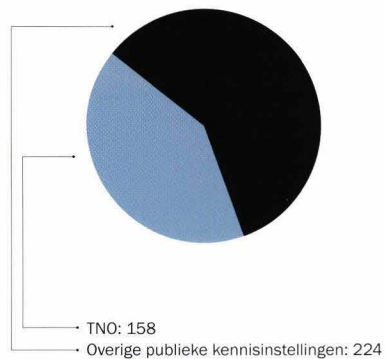
COLLECTIEVE KENNISOVERDRACHT 2007-2010

	2007	2008	2009	2010	Totaal
Technologieclusters (aantallen)	18	27	35	28	108
BranchInnovatieContracten (aantallen)	3	15	9	17	44

KENNIS- EXPLOITATIE

OCTROOIEN EN LICENTIES

**TOTAAL AANTAL
OCTROOIAANVRAGEN 2007**



De laatste stap in de innovatietrechter betreft de commercialisering van onderzoek en kennis, door bijvoorbeeld de verkoop van octrooien en het stimuleren van ondernemerschap, zoals bijvoorbeeld via het Small Business Innovation Research (SBIR) programma. De octrooien van TNO beschermen kennis en producten. Tegenwoordig biedt een octrooi zelden voldoende bescherming tegen inbreuk. Relevanter zijn octrooifamilies rond strategisch relevante kennisposities. Octrooien waar TNO eigenaar van is kunnen door derden in licentie gebruikt worden. Naast de extra inkomsten voor TNO, leveren licenties de licentienemers jaarlijks naar schatting rond de 100 miljoen euro extra omzet op.

700.000

**UNIEKE BEZOEKERS
JAARLIJKS OP WWW.TNO.NL**

OUTREACH

De website www.tno.nl heeft jaarlijks 700.000 unieke bezoekers. Via de dienst TNO Wegwijzer ontvangt TNO jaarlijks 15.000 specifieke informatieverzoeken. In de periode 2007-2010 kwam TNO gemiddeld 700 keer per maand in de krant of digitaal in het nieuws.

17

**MILJOEN EURO
OMZETTOENAME
BIJ BEDRIJVEN**

VAN IDEE NAAR PRODUCT

Het TNO Small Business Innovation Research (SBIR) programma biedt mkb-ondernemingen de mogelijkheid om met hun marktkennis en ondernemerschap innovatieve productideeën van TNO over te nemen. Op basis van 182 productideeën in de afgelopen vier jaar zijn 131 ondernemers met voorstellen gekomen. TNO helpt ondernemers in drie stappen om met goede plannen te komen. Na elke stap vindt een beoordeling plaats met een go/no-go moment. Momenteel hebben zeven bedrijven het volledige traject van het SBIR doorlopen en een productidee van TNO daadwerkelijk in de markt gezet. Dit leidde tot een totale omzettoename bij de bedrijven van ruim 17 miljoen euro. TNO heeft in de periode 2007-2010 4,7 miljoen euro van de overheidsmiddelen geïnvesteerd in dit programma.

SPIN OUTS

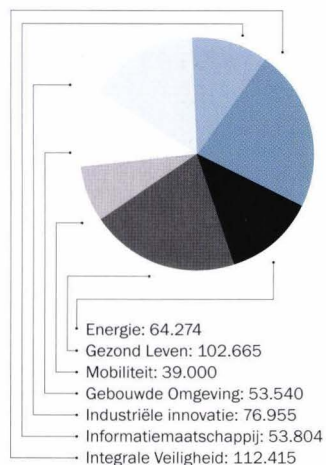
Onderdelen van TNO die niet meer tot de kerntaak behoren of kennisdomeinen waar de technologie uitontwikkeld is worden geprivatiseerd en door TNO Bedrijven in beheer genomen. Het doel is dat deze bedrijven uiteindelijk verkocht of verzelfstandigd worden. Innovatie krijgt namelijk pas waarde als deze wordt toegepast binnen bedrijven. Daar waar de markt dit niet doet slaat TNO een "brug" tussen innovatie en valorisatie via risicodragende verbindingen met bedrijfsleven en externe kapitaalverschaffers. Door toevoeging van ondernemerschap, markt oriëntatie en operationele excellentie ontstaat omzetgroei en een financieel robuuste bedrijfsvoering. Ook hier gaat het dus om valorisatie van door TNO opgebouwde kennis. Eind 2010 vertegenwoordigde de 83 deelnemingen van TNO Bedrijven een totale bruto-omzet van circa 105 miljoen euro met circa 800 medewerkers.

OCTROOIEN EN LICENTIES

	2007	2008	2009	2010
Aantal octrooi-aanvragen	158	182	141	95
Actieve octrooifamilies	663	802	829	821
Verkochte octrooifamilies	3	4	10	9
Licentie-inkomsten (x10 ⁹)	€ 2,2	€ 3,7	€ 3,1	€ 2,4

RESULTATEN

OMZETVERDELING 2010
EXCLUSIEF OMZET TNO BEDRIJVEN (x1.000 EURO)



TNO HEEFT GROFWEG DRIE GELIJKE BRONNEN VAN INKOMSTEN

Het eerste derde deel van de baten is afkomstig van de bijdrage van de rijksoverheid voor de vraaggestuurde programma's. Een derde deel van de omzet is direct afkomstig van opdrachten in concurrentie verkregen van bedrijfsleven en overheid. Het laatste derde deel van de inkomsten is afkomstig van de Europese Unie, ministeries, provincies en gemeenten in cofinancieringsprojecten.

BRONNEN VAN INKOMSTEN EXCLUSIEF OMZET TNO BEDRIJVEN

	2007	2008	2009	2010
Rijksbijdrage	196	195	203	195
Opdrachten bedrijfsleven	161	170	141	144
Opdrachten overheid	96	95	102	97
Buitenlandse overheid of bedrijfsleven	126	140	130	127
Totaal	579	600	576	563

900

**MILJOEN EURO
DRAAGT TNO
PER JAAR BIJ
AAN HET BNP**

ECONOMISCHE BIJDRAGE

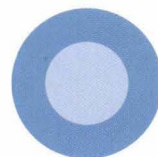
TNO draagt 900 miljoen euro per jaar bij aan het BNP, waarvan 130 miljoen euro export van diensten en Europese subsidies. Met deze directe en indirecte bijdrage aan het BNP draagt TNO bij aan de welvaart in Nederland. Elke euro investering in TNO levert tussen de 4 en 5 euro op als bijdrage aan het BNP. Zonder TNO zou een deel van onze export niet gerealiseerd kunnen worden en zouden Europese subsidies Nederland niet bereiken.

KLANT- TEVREDENHEID

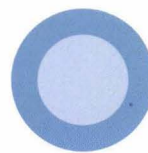
Steekproefsgewijs evalueert een extern bureau samen met de klant het project, de performance van TNO en de toepassing van de opgedane kennis. Onze klanten waarderen TNO gemiddeld met een ruime 8. Met name de deskundigheid van TNO scoort goed, maar ook over de prijs/kwaliteitverhouding, stiptheid en communicatie zijn de opdrachtgevers tevreden.

MEDEWERKERS

Het aantal medewerkers is in de periode 2007-2010 gedaald van 4.658 naar 4.135. De omzet per medewerker is in dezelfde periode met bijna 10 procent gestegen van 124.300 euro naar 136.400 euro.



2007
4658
€ 124.300



2008
4580
€ 131.000



2009
4337
€ 132.800



2010
4135
€ 136.400

Aantal medewerkers
Omzet per medewerker

INNOVEREN MET IMPACT

SLOTWOORD

TNO heeft langs de lijnen van het Strategisch Plan 2007-2010 'Verbonden door Vernieuwing' met volle inzet gewerkt aan het uitvoeren van de missie. In de voorgaande pagina's hebben wij u hopelijk kunnen overtuigen van de succesvolle uitvoering van onze strategie. TNO heeft de weg geplaveid voor de toepassing en valorisatie van kennis. Het ecosysteem dat is ontstaan rond grote bedrijven die open innovatie hebben omarmd, zoals ASML, DSM, Philips en Unilever, heeft daar zeker aan bijgedragen.

TNO heeft een groot aantal strategische samenwerkingen opgebouwd. Zowel binnen de Federatie TO2, de samenwerking van TNO met de zes Groot Technologische Instituten (GTI's) van Nederland, als met universiteiten, onderzoeksinstituten en hogescholen. TNO is momenteel betrokken bij 175 Europese projecten, vaak als penvoerder, en is daarmee de grootste Nederlandse speler in de Europese Onderzoeksprogramma's. Ook de samenwerking met de zusterorganisaties binnen Europa heeft de afgelopen periode meer vorm gekregen. Dit is belangrijk om de afstemming van het topsectorenbeleid met de Europese onderzoeksagenda te borgen. De toonaangevende multinationals die Nederland rijk is, weten de weg naar TNO heel goed te vinden. Kennisverspreiding vindt ook plaats in technologieclusters van het mkb, via het opzetten van technostarters en bijvoorbeeld de SBIR-regeling.

TOPSECTOREN EN TNO



175 EUROPESE PROJECTEN

› Een toegenomen focus en massa is bereikt door het aantal thema's waarop TNO actief is terug te brengen van twaalf naar zeven. In de notitie 'Topsectoren en TNO' laten wij zien hoe de door TNO gekozen thema's aansluiten bij de ambities van het Kabinet zoals verwoord in het topsectorenbeleid.

Iedereen in Nederland zal de komende jaren meer moeten doen met minder geld. Dat kan op het gebied van innovatie door de bestaande kennisinstellingen en de expertise van TNO slim in te zetten. TNO staat klaar om haar rol te spelen op de voor Nederland zo belangrijke economische topsectoren en om bij te dragen aan oplossingen voor de grote maatschappelijke uitdagingen.

De ambities van de komende strategieperiode zijn krachtig verwoord in het Strategisch Plan 2011-2014 getiteld 'Innoveren met impact.' Gezien de vele uitdagingen die er liggen op economisch en maatschappelijk gebied verwacht TNO nog vele vruchtbare samenwerkingen met onze klanten, inclusief de overheid, en overige belanghebbenden.

› STRATEGISCHE SAMENWERKINGEN

REDACTIE

TNO Strategy, Communication

CONCEPT, TEKST EN VORMGEVING

Schuttelaar & Partners

DRUK EN FOTOGRAFIE

Castellum Drukwerk.
Flying Focus, Veer, Nationale Beeldbank,
ESA Multimedia Gallery, Holst Centre,
Julia Romasevych

ISBN

©TNO, december 2011
ISBN 978-90-5986-396-5

