

ZOUT EN WATER UIT AFVALWATER

NIET ALLEEN VAST ZOUT, MAAR OOK ZOET WATER UIT ZOETE AFVALWATERSTROMEN – DE **MEMBRINE-TECHNOLOGIE** MOET DAT MOGELIJK GAAN MAKEN.

In allerlei industriële processen, maar ook bij de waterproductie uit grond- of zeewater, vormt zout afvalwater vaak een restproduct – én een probleem. De lozing ervan in de bodem of op het oppervlaktewater stuit op milieubezwaren en de betreffende wetgeving wordt steeds stringenter. Het Membrane-proces moet hiervoor een oplossing bieden, gebaseerd op membraandestillatie in combinatie met kristallisatie.

De toegepaste membraanfilters laten selectief waterdamp door. De zoute afvalwaterstroom wordt daardoor steeds zouter en zal uiteindelijk kristalliseren waardoor vast zout ontstaat. Het gecontroleerd kristalliseren en fractioneren van de aanwezige zouten is een belangrijk aandachtspunt in de ontwikkeling van Membrane. Aan de andere kant van het membraan condenseert de ontzoute waterdampstroom, waardoor zoet water van hoge kwaliteit wordt gevormd. Voor de waterverdamping door het membraan wordt een zo klein mogelijk temperatuurverschil over het membraan aangelegd, resulterend in een gering energieverbruik.

Membrane is veel goedkoper dan andere, reeds bestaande technieken. Voor de benodigde energie zijn geen fossiele bronnen nodig maar kan restwarmte van 60-80 °C worden ingezet, die in een industriële omgeving gewoonlijk volop aanwezig is. Het gebruik van restwarmte veroorzaakt ook geen extra broeikasgassen. Bovendien is geen hoogwaardig staal nodig: vanwege de lage temperaturen kunnen kunststof materialen worden toegepast.

Een consortium bestaande uit TNO, Shell, FrieslandCampina, Oasen Drinkwater, GE en het Productschap Tuinbouw/LTO Glaskracht richt zich op de ontwikkeling van Membrane. De testinstallatie staat bij TNO in Apeldoorn.

INFO: albert.jansen@tno.nl

AANPAK CYBERCRIME NAAR TNO

HET **INFORMATIEKNOOPPUNT CYBERCRIME** HEEFT PER 1 JANUARI 2011 EEN VASTE PLAATS BINNEN TNO GEKREGEN.

Via het Informatieknooppunt Cybercrime (IKC), een gezamenlijk initiatief van overheid en bedrijfsleven onder aansturing van het toenmalige ministerie van Economische Zaken, kunnen overheid en bedrijfsleven snel essentiële informatie uitwisselen om cybercrime te bestrijden en op een succesvolle manier aan preventieve maatregelen te werken. Zo helpt het IKC bij het voorkomen van mogelijke cyberaanvallen op banken, elektriciteitscentrales, waterleidingbedrijven of andere vitale infrastructuren en bij de aanpak van kwaadaardige software die bedrijfsprocessen kan verstoren of gevoelige informatie buitmaken.

Vier jaar geleden werd het IKC als onderdeel van een tijdelijk programma ingesteld, en het heeft sindsdien de samenwerking tussen overheid en bedrijven in verschillende sectoren met succes vormgegeven. Daarom worden de activiteiten nu voortgezet binnen TNO.

In de volgende editie van TNOTIME uitgebreid aandacht voor de activiteiten van het IKC.

INFO: annemarie.zielstra@tno.nl

ONDERZOEK OP EIGEN BENEN

IN **TNO TRISKELION BV** IS SINDS 1 JANUARI EEN AANTAL ACTIVITEITEN VAN TNO **VERZELFSTANDIGD**.

De verzelfstandiging betreft het grootste deel van de activiteiten van TNO op het gebied van toxicologisch onderzoek, analytische chemie en chemische risicobeoordeling. TNO Triskelion BV heeft als missie het borgen van de kwaliteit en veiligheid van voedingsingrediënten, chemische stoffen en geneesmiddelen.

TNO heeft als beleid om TNO-diensten, die beter vanuit een private context kunnen worden aangeboden, te verzelfstandigen. TNO houdt indirect via TNO Bedrijven BV alle aandelen in de nieuwe onderneming en blijft daarmee ook voor haar werk nauwe banden onderhouden.

Het merendeel van de relaties van de nieuwe BV betreft ondernemingen die in het buitenland zijn gevestigd; het streven is om de bestaande relaties (kwalitatief) verder uit te bouwen. Bij TNO Triskelion BV, gevestigd in de TNO-vestiging in Zeist, werken circa 200 medewerkers.

INFO: jan.hellinga@tno.triskelion.nl; www.triskelion.nl

TNO triskelion bv

MINDER VALSE ALARMEN

HULPMIDDEL VOOR OPSPOREN LANDMIJNEN

IN ANGOLA IS SINDS KORT EEN HULPMIDDEL VOOR HET OPSPOREN VAN LANDMIJNEN IN GEBRUIK DAT DOOR TNO IS ONTWIKKELD.

Voor het opsporen van landmijnen wordt wereldwijd vooral de metaaldetector gebruikt. Die kan echter geen onderscheid maken tussen signalen van landmijnen en van ongevaarlijke stukjes metaal, zoals munitieresten (granaatscherven, patroonhuizen), spijkers, blikjes, stukjes kippen-gaas, enz. Soms zijn er op één echte mijn wel meer dan 250 valse alarmen, maar elk alarm moet toch met de nodige voorzichtigheid worden onderzocht en dat betekent een ernstige vertraging van het ontminnen.

Als je met een sterke magneet eerst zoveel mogelijk metaal verwijdert vóór de metaaldetector te gebruiken, wordt het aantal valse alarmen verminderd. Maar helemaal afdoend is die oplossing niet: het indringend vermogen van de magneet in de grond is beperkt en bijvoorbeeld aluminium wordt niet door een magneet aangetrokken. TNO onderzocht in opdracht van het Nederlandse ministerie van Defensie aan welke eisen zo'n magneet moet voldoen en hoe zo'n hulpmiddel in een ontminningsoperatie is in te zetten zonder de betreffende standaardprocedures ingrijpend te hoeven aanpassen. In 2006 en 2007 zijn enkele ontwerpen in ontminningsoperaties in Cambodja en Angola getest. In Angola – waar sinds de burgeroorlog nog honderd-duizenden mijnen in de grond zitten – gebeurde dat in samenwerking met



Norwegian People's Aid (NPA). Deze ngo was zo enthousiast over het resultaat dat TNO het verzoek kreeg om NPA te ondersteunen met een pilot implementatie van de meest geschikte magnet tool. Wederom met financiële steun van het ministerie zijn door Goudsmit Magnetic Supplies in Waalre tegen kostprijs honderd *magnet tools* geproduceerd en naar Angola verscheept. Alle *manual deminers* van NPA werken daar nu met dit hulpmiddel. Enkele andere ontminningsorganisaties in Angola (HALO Trust, MAG International en DCA) zijn ook geïnteresseerd en gaan zelf tests doen met enkele exemplaren.

INFO: arnold.schoolderman@tno.nl

COMPUTERS, EEN KWESTIE VAN VERTROUWEN

SOCIALE COMPUTERS

EEN BETERE SAMENWERKING TUSSEN MENS EN COMPUTER? GEEF DE COMPUTER SOCIALE COMPETENTIES!

Waar mensen veel met computergestuurde systemen te maken hebben, zoals in de luchtvaart of bij defensie, worden hun werkzaamheden steeds lastiger door een toenemende automatisering, informatiedichtheid en tijdsdruk. Dit leidt tot een grotere afstand tussen mens en computer, terwijl die twee juist steeds nader tot elkaar zouden moeten komen – immers computers gaan zich meer en meer bemoeien met de taken die de mens uitvoert.

Een oorzaak van dit probleem is dat zowel mensen als computers zich elkaars (on)vermogens onvoldoende realiseren. 'Een gebrek aan sociaal gedrag' noemt TNO'er Peter-Paul van Maanen dit. Hij is eind vorig jaar aan de Vrije Universiteit Amsterdam op dit onderwerp gepromoveerd. De computer zou de mens advies kunnen geven of taken van hem kunnen overnemen op basis van diens vertrouwen en aandacht. Vertrouwen bepaalt onder andere of men al dan niet informatie of hulp van een ander zal aannemen, en aandacht is een cognitief proces dat belangrijk is bij de selectie en interpretatie van informatie. Inzicht in de mate van aandacht en vertrouwen is nuttig wanneer het erom gaat met iemand mee te denken hoe hij zijn taken goed kan uitvoeren.

Verwacht wordt dat dit soort sociaal gedrag van de computer in de toekomst zal bijdragen aan de samenwerking tussen mensen en computers – net zoals mensen dat onderling ook kunnen.

INFO: peter-paul.vanmaanen@tno.nl

RECESSIE IJLT NA IN BOUW



INVESTERINGEN IN DE WONING- EN UTILITEITSBOUW NEMEN AF; DE BOUWSECTOR BEVINDT ZICH NOG ALTIJD IN EEN NEERWAARTS AANPASSINGSPROCES.

Dat is het gevolg van een na-ijleffect van de recessie, aldus de onlangs verschenen *Bouwprognoses 2010-2015*. Deze informatie is door TNO opgesteld in opdracht van het voormalige ministerie van VROM, tegenwoordig het ministerie van BZK.

De totale productiewaarde van de bouw zakte in 2009 met 5,5 procent. Naar verwachting zal die daling in 2010 en 2011 respectievelijk 6,9 en 1,4 procent bedragen. De woningbouw nam in 2009 met 11,5 procent af. Het aantal nieuwe woningen kwam in 2009 op 82.900, in 2010 zijn dat er naar schatting 53.000 en in 2011 62.000 (volgens het middelste van een drietal scenario's). Wat betreft de utiliteitsbouw bedraagt de krimp voor de drie achtereenvolgende jaren respectievelijk 7,7, 13,8 en 3,5 procent.

Ook de werkgelegenheid in de bouw is de kredietcrisis nog niet te boven. Er wordt tussen 2008 en 2012 een uitstroom van 41.000 mensen verwacht. Op de middellange termijn zal de bouwmarkt zich langzaam herstellen, maar het aantal werkzame personen van 2008 (toen de werkgelegenheid 470.000 arbeidsjaren was) wordt niet meer gehaald.

Positief nieuws is dat volgend jaar de krimp in de bouw ten einde komt, maar op lange termijn is er slechts sprake van beperkt herstel. Banken kijken met een kritischer blik naar bouwprojecten dan voorheen, en het wegwerken van het huidige overaanbod vergt tijd.

Voor de toekomst moet de bouwsector zich richten op vervangingsvraag, stedelijke vernieuwing, inbreiding, en energiezuinig en onderhoudsvriendelijk bouwen. Om kwaliteit en continuïteit te garanderen ligt ketenintegratie en -regie voor de hand, aldus het rapport

INFO: walter.manshanden@tno.nl

Het rapport downloaden?

Ga naar www.tno.nl/bouwprognoses



VAN BATCH NAAR FLOW

NIEUWE REACTOREN ONDERZocht

EEN VERMINDERING VAN HET GRONDSTOFFEN- EN ENERGIEVERBUIK IN DE FIJNCHEMIE EN DE FARMACEUTISCHE INDUSTRIE – DAT IS HET DOEL VAN HET PROJECT CoRIAC.

De meeste fijnchemicaliën en farmaca worden geproduceerd in relatief eenvoudige batchreactoren. De laatste jaren zijn nieuwe typen micro- en minireactoren in opkomst die een continue productie ('flow chemistry') mogelijk maken. Dankzij een betere beheersing van kritische procesfactoren bieden deze reactoren – althans op laboratoriumschaal – niet alleen een betere productkwaliteit en een hogere opbrengst, maar ook een reductie van het energie- en grondstofgebruik en een verkorting van de time-to-market. Maar veelal is nog onduidelijk of deze voordelen ook op industriële schaal bestaan.

Het project CoRIAC, oftewel *Demonstration of a Continuous Reactor with In-line Analytics for fine Chemical production*, richt zich op het vergelijken van vijf veelbelovende micro- en minireactoren voor een breed scala aan industriële reacties; een daarvan is de door TNO ontwikkelde Helix-reactor. Tevens worden bestaande (off-line) analysemethoden aangepast voor continue (on-line) analyse die nodig zijn om productkwaliteit en reactieverloop te kunnen volgen.

Ook wordt in het kader van het project een pilotinstallatie gebouwd (0,25-1 ton product per dag) waarmee verschillende reactoren bij de deelnemende industriële partijen on-site zullen worden getest. Dit moet resulteren in een aantal aansprekende industriële praktijkvoorbeelden, waarvan een stimulans voor apparatenbouwers én eindgebruikers mag worden verwacht.

Voor het CoRIAC-project is een – door TNO geleid – consortium gevormd, waarin apparatenbouwers (Bronkhorst, Chemtrix, ESK, Mettler Toledo), eindgebruikers (DSM, Janssen Pharma, Proctor & Gamble), kennisinstellingen (TNO, TU Delft), een systeemintegrator (ZETON) en een producten- en dienstenleverancier (Koning & Hartman) zijn vertegenwoordigd.

INFO: joris.ijzermans@tno.nl

DENEN SCHAFFEN SURPASS AAN



DE DEFENSIEORGANISATIE DALO GAAT TNO'S SIMULATIEMODEL VOOR MARITIEME OPPERVLAKTEBEELDOPBOUW GEBRUIKEN.

Denemarken wil nieuwe helikopters aanschaffen voor kustwachttaken en crisisbeheersingsoperaties. De taken liggen op het gebied van maritieme surveillance, oppervlaktebeeldopbouw, visserij-inspecties, boarding, en *search and rescue* (SAR). In een Deens nationaal project wordt een aantal kandidaat-helikopters vergeleken. Maar: hoe effectief kunnen de verschillende typen helikopters en de bijbehorende sensoren de beoogde operaties uitvoeren?

Het door TNO ontwikkelde simulatiemodel SURPASS (acronym van SURface Picture ASSESSment) kan dat simuleren. Daarom heeft de Deense Defence Acquisition and Logistics Organization (DALO) onlangs SURPASS aangeschaft. De formele overdracht vond eind november in Kopenhagen plaats, inclusief een introductiesessie door TNO-medewerkers aan de beoogde gebruikers.

Met de aanschaf treedt DALO in het voetspoor van het Noorse Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) dat SURPASS in 2008 in gebruik nam ter evaluatie van de fregatten van de Nansen-klasse.

INFO: hilvert.fitski@tno.nl

ANALYSE VOOR RAKETSCHILD

MISSILE DEFENCE FEASIBILITY STUDY SUCCESVOL AFGEROND.

Eind november heeft de NAVO zich in Lissabon positief uitgesproken over een Europees raketschild. Een van de studies die aan dit besluit ten grondslag ligt, is de zogeheten Missile Defence Feasibility Study Strasbourg-Kehl Tasking (MDFS-SKT), oftewel: hoe zou het toekomstige raketschild eruit moeten zien en wat zijn de gevolgen op de grond?

De opdracht voor deze studie werd in 2009 tijdens de in Strasbourg-Kehl gehouden NAVO-topbijeenkomst gegeven aan een internationaal consortium. Aan dit consortium, dat onder leiding stond van het Amerikaanse SAIC, nam – naast Astrium, IABG, QinetiQ, Raytheon, SELEX SI, Thales en TRS – ook TNO deel. Het consortium analyseerde sensor-wapenarchitecturen, communicatiearchitecturen en de gevolgen op de grond in het geval van een succesvolle onderschepping (Consequence of Intercept, COI). TNO en QinetiQ hebben in het kader van deze studie de COI bepaald voor metaaldelen, chemische en biologische stoffen en resten van een eventuele nucleaire gevechtsslading.

INFO: pascal.paulissen@tno.nl, frans.kleyheeg@tno.nl, marco.vanderlans@tno.nl

FAST RESPONSE TEAM

SNEL ANTWOORD OP MAATSCHAPPELIJKE VRAGEN

Een snelle analyse van een acuut maatschappelijk probleem, en mogelijk het vinden van een innovatieve oplossing daarvoor – dat is het doel van TNO's Fast Response Team. Olielekken in de diepzee, risico's van gasopslag – regelmatig signaleren de media grote maatschappelijke vraagstukken die om een snelle oplossing vragen, of op z'n minst om een aanzet daartoe. Om daaraan een bijdrage te kunnen leveren, heeft TNO onlangs het zogenoemde Fast Response Team in het leven geroepen. Het achterliggende idee is om een actueel maatschappelijk probleem binnen een week te analyseren en na te gaan of er een innovatieve oplossing te bedenken is. Het Team zoekt intensief contact met bedrijven en andere belanghebbenden, om zo snel mogelijk het échte probleem te achterhalen en de haalbaarheid van mogelijke oplossingen te toetsen. TNO neemt hiertoe zelf het initiatief en investeert er ook in, vanwege het maatschappelijke belang.

Het eerste Fast Response Team onderzocht eind vorig jaar het scheiden van plastic afval. Een aantal dagbladen meldde dat de helft van het in Nederland apart ingezamelde plastic verbrand wordt; het zou namelijk moeilijk zijn om de verschillende plasticsoorten te scheiden. Een ketenanalyse door TNO toonde aan dat inderdaad relatief weinig plastic wordt hergebruikt – overigens door meerdere oorzaken. Het TNO-Team zag wel mogelijkheden om de scheiding te verbeteren en tot een hoogwaardiger product te komen. De resultaten worden binnenkort besproken met een groep bedrijven uit de hele keten; een en ander zal naar verwachting op termijn leiden tot meer en efficiënter hergebruik van plastic.

INFO: anton.duisterwinkel@tno.nl

SPIE FELLOW



TNO-medewerker dr. Lex Toet is begin dit jaar benoemd tot Fellow van de internationale technisch-wetenschappelijke organisatie voor (elektro-)optiek en fotonica SPIE. Fellows van de SPIE zijn 'members of distinction who have made considerable technical and scientific contributions in optics, photonics, optoelectronics, and imaging'. In de VS geldt het Fellowship als een bijzonder eervolle erkenning onder vakgenoten. Vorig jaar kreeg dr. Piet Bijl (evenals Toet werkzaam bij de groep Perceptive and Cognitive Systems van TNO) dezelfde erkenning. Toet was voor het Fellowship voorgedragen door vier Amerikaanse leden, vanwege zijn werk op het gebied van digitale beeldverwerking in het algemeen en dat van beeldfusie in het bijzonder. Ons land kent nu vijf SPIE Fellows.

INFO: lex.toet@tno.nl

EEN 'OUTSTANDING' HANDBOEK

The Indoor Environment Handbook, geschreven door TNO-medewerker dr. ir. Philomena Bluysen, is vorige maand uitgeroepen tot 'Winner of Choice Outstanding Academic Titles Award' van de American Library Association.

Het eind 2009 verschenen handboek biedt een efficiënte en effectieve aanpak om gebouwen voor de bewoners gezonder en comfortabeler te maken. Het boek bespreekt hoe het menselijk lichaam en de zintuigen op binnenmilieu-omstandigheden reageren, gaat in op de betekenis van binnenklimaatfactoren voor het welbevinden, geeft veel praktische en getalsmatige informatie en biedt een nieuwe benadering van het onderwerp, met nuttige tips voor ontwerpers. *The Indoor Environment Handbook – How to make buildings healthy and comfortable* telt 320 pagina's en is uitgegeven door Earthscan (ISBN 9781844077878).

INFO: philo.bluysen@tno.nl

BELANGSTELLING VAN CERN



Ir. Ben Braam van TNO (rechts) geeft uitleg over de TNO-expertise.
FOTO: CERN

TNO nam van 8-11 november 2010 deel aan Holland@CERN. Deze manifestatie werd in opdracht van NL EVD Internationaal (onderdeel van Agentschap NL) georganiseerd door de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM) en het Nationaal instituut voor subatomaire fysica Nikhef, en vond plaats in het deeltjeslaboratorium van het Europese onderzoekscentrum CERN in Genève. De deelname aan Holland@CERN is een voorbeeld hoe TNO, vanuit haar nieuwe thema Industriële Innovatie, bijdraagt aan het versterken van de innovatiekracht van de industrie.

TNO presenteerde tijdens deze manifestatie haar expertise op het gebied van high-end optomechanische en mechatronische instrumenten, en ontving van CERN een 'Request for Information' voor het ontwikkelen van een passief hogeresolutie positionersysteem. Dit systeem dient, met grote stabiliteit, magneten van maximaal 2 meter lengte ten opzichte van elkaar uit te lijnen. Hiervoor schrijft CERN begin 2011 een tender uit.

INFO: rens.vandenbraber@tno.nl

NIEUWE VESTIGING



Op 8 december 2010 vond de officiële opening plaats van de nieuwe TNO-onderzoeksfaciliteiten op het gebied van scheidingstechnologie en procesintensificatie. In de vestiging Leeghwaterstraat 46 in Delft wordt, naast procesintensificatie en scheidingstechnologie, ook gewerkt aan onderwerpen als gasbehandeling, CO₂-afvang, kristallisatie en op algen gebaseerde restafvalprocessen.

INFO: sven.vandergijp@tno.nl

FOTO: Jaap Oldenkamp

CYBERCRIME**15 FEBRUARI 2011, Groningen | 17 MAART 2011, Eindhoven****14 APRIL 2011, Nieuwegein | 24 MEI 2011, Amsterdam**

Het risico van cybercrime neemt hand over hand toe, maar de informatiebeveiliging van procesomgevingen loopt doorgaans sterk achter. TNO en Syntens bieden in een serie workshops, te geven op verschillende locaties, handvatten om hiermee om te gaan.

De workshop wordt op de volgende data en locaties gegeven.

Iedere workshop begint om 13.00 uur en duurt circa anderhalf uur; de deelnamecapaciteit is beperkt.

Info en aanmelding: www.syntens.nl/workshops/workshop/2369253.aspx

Diepe Ondergrond**16 FEBRUARI 2011, UTRECHT**

Met het door TNO georganiseerde seminar *Mapping the deep subsurface* wordt stilgestaan bij het voltooiën van de *Southern Permian Basin Atlas* en het in kaart brengen van de diepe ondergrond van het Nederlandse gedeelte van het Continentaal Plat. Tevens worden verschillende applicaties van deze producten, zoals ThermoGIS, gedemonstreerd.

Info: tinka.versteeg@tno.nl

Basisregistratie Ondergrond**10 MAART 2011, Den Haag | 31 MAART 2011, 's-Hertogenbosch**

Gemeenten, provincies en waterschappen spelen een grote rol bij de toekomstige Basisregistratie Ondergrond (BRO). Het is daarom belangrijk hen in een vroeg stadium te betrekken bij de totstandkoming van de BRO. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu organiseert hierover, samen met TNO en Alterra Wageningen UR, enkele informatiebijeenkomsten. Tijdens deze bijeenkomsten wordt ingegaan op de achtergronden van de BRO, de objecten en datatypen die er deel van uit maken en wat er verandert bij het inwerkingtreden van de BRO.

Info: hans.hooghart@tno.nl

Nationale Carrièrebeurs**11-12 MAART 2011, Amsterdam**

Ook in 2011 neemt TNO deel aan de Nationale Carrièrebeurs in de RAI in Amsterdam. Op beide dagen zijn TNO'ers aanwezig in de TNO-stand om vragen van potentiële medewerkers te beantwoorden en informatie te geven over werken bij TNO.

Info: edith.holierhoek@tno.nl

Technologie zoekt ondernemer**22 MAART 2011, Arnhem**

TNO-experts presenteren ruim twintig productideeën op basis van nieuwe technologische ontwikkelingen. Innovatieve ondernemers kunnen deze productideeën oppakken en verder ontwikkelen met financiële en technologische steun van TNO.

Info: www.tno.nl/sbir

Kennismediation**31 MAART 2011, Utrecht**

Het belang van daadkrachtige besluitvorming over infrastructuur is van groot belang in deze tijden van economisch herstel. Echter, de besluitvorming hierover loopt al te vaak vast in de procedurele en inhoudelijke complexiteit van de projecten. Met de workshop 'Impasses in besluitvorming infrastructuur, kennismediation biedt perspectief' geven TNO en de Hogeschool Utrecht een handreiking voor een effectieve aanpak om deze impasse te doorbreken. Deze workshop is bedoeld voor bestuurders van overheidsinstanties die te maken hebben met ruimtelijke ordeningsvraagstukken, evenals mediators die werkzaam zijn in het publieke domein en te maken hebben met ruimtelijke ordeningsvraagstukken.

Info: hanneke.puts@tno.nl

TNOTIME is een uitgave van de Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO.

TNO verbindt mensen en kennis om innovaties te creëren die de concurrentiekracht van bedrijven en het welzijn van de samenleving duurzaam versterken.

De expertise van de circa 4000 TNO-medewerkers richt zich op de volgende thema's:

- GEZOND LEVEN
- INDUSTRIËLE INNOVATIE
- INTEGRALE VEILIGHEID
- ENERGIE
- MOBILITEIT
- GEBOUWDE OMGEVING
- INFORMATIEMAATSCHAPPIJ

De holdingmaatschappij TNO Bedrijven BV brengt innovaties via speciaal daartoe opgerichte TNO-dochterbedrijven naar de markt.

TNO WEGWIJZER

Op zoek naar specifieke deskundigheid binnen TNO of nader contact over de producten en diensten van TNO? Neem dan contact op met TNO Wegwijzer: T 088 8660866

TNOTIME verschijnt vijf maal per jaar, en wordt verzonden in controlled circulation.

REDACTIE:

Jan van den Brink, Renée Heijligers

REDACTIEMEDEWERKERS:

Letje Vermunt (Gezond Leven)
Shanna Tyler-Wiegerinck (Industriële Innovatie)
Ard Koopman (Integrale Veiligheid)
Inès van Arkel (Energie)
Jos de Mooij (Mobiliteit)
Joyce Fekkes-Groen (Gebouwde Omgeving)
Sandra Struijker Boudier (Informatiemaatschappij)

REDACTIEADRES:

TNO Communicatie
Postbus 6050, 2600 JA Delft
telefoon 088 8668274, e-mail redactie@tno.nl

ADRESWIJZIGINGEN:

Wijzig zelf uw adresgegevens via 'Mijn TNO' op www.tno.nl, of stuur een gecorrigeerde adresdrager naar het redactieadres.

BASISVORMGEVING: BARLOCK, Den Haag

LITHOGRAFIE EN DRUK: De Swart, Den Haag

TNOTIME op internet: www.tno.nl/time

Gehele of gedeeltelijke overname van artikelen uit dit tijdschrift is alleen toegestaan met toestemming van de redactie en met bronvermelding. Voor het gebruik van de foto's of andere illustraties is toestemming van de maker nodig.

Aan de samenstelling van dit tijdschrift is de grootst mogelijke zorg besteed. TNO aanvaardt geen aansprakelijkheid voor schade die kan voortvloeien uit gebruik van (gegevens uit) deze publicatie.

©TNO ISSN 2211-2448

Wij versturen CO₂-neutraal met DHL Global Mail.