

SAMEN SNELLER VAN KENNIS NAAR INNOVATIE

TNO innovation
for life



Met acht *Early Research Programmes* geeft TNO een impuls aan een intensieve samenwerking met kennispartners en stakeholders. Zo willen we onze kennispositie op een aantal gebieden nadrukkelijker dan voorheen in lijn brengen met die van onze partners en ons daarnaast richten op behoeften van onze stakeholders.

De acht ERP's die van start zijn gegaan, vormen geen star lijstje: het kan zijn dat een programma overgaat in een 'Shared Innovation Programme' (ShIP), waarbij andere partijen mee investeren in een ontwikkeling, of dat een ERP de verwachtingen niet kan waarmaken en dus wordt stopgezet.

De projecten die in het kader van de ERP's worden opgepakt, zijn use case geïnspireerd. Oftewel: er bestaat een heel concreet beeld hoe en waar het onderzoek tot een innovatieve toepassing zal leiden. De use case vormt onze inspiratie. We willen er nadrukkelijk partijen bij betrekken die er ook door worden geïnspireerd én die op hun beurt ons inspireren.

Deze benadering sluit mooi aan bij de doelstellingen zoals we die in ons Strategisch Plan 2015-2018 hebben geformuleerd. We brengen toepassingen sneller dichterbij, we werken nauw samen met universiteiten en we zorgen voor een betere koppeling van onze kennisontwikkeling met die van anderen, bijvoorbeeld onze T02-partners: DLO, Deltares, ECN, NLR en Marin.

De ERP's worden gefinancierd vanuit de Rijksbijdrage TNO en bijdragen van stakeholders en funding organisaties (zoals Horizon 2020). Bovendien zorgen onze samenwerkingspartners met hun eigen inbreng voor versterking en verbreding van de programma's.

De kern van dit alles is dat we hiermee sneller kennis ontwikkelen die ook daadwerkelijk tot innovatie leidt: kennis die de samenleving verder helpt. Daar geven we met deze aanpak invulling aan.

Jos Keurentjes
Chief Scientific Officer TNO

DE ACHT ERP'S

QUANTUM COMPUTER / QUANTUM INTERNET

Ontwikkeling van de quantumbit ter vervanging van de transistor en de ultieme encryptie van het internet.

ENERGY CONVERSION & STORAGE

Ontwikkeling van technologieën om zonlicht, elektriciteit en warmte als energievormen efficiënt om te zetten naar chemische energie en deze op te slaan in de vorm van chemische bindingen, chemicaliën en brandstoffen.

3D NANOMANUFACTURING

Maken en meten van nanostructuren bij zeer hoge snelheden, met een hoge mate van nauwkeurigheid en betrouwbaarheid.

HUMAN ENHANCEMENT

Optimalisatie van samenwerking tussen mensen en adaptieve systemen in complexe situaties en bevordering van de veerkracht in risicovolle werksituaties.

MAKING SENSE OF BIG DATA

Waardecreatie met big data zonder inbreuk op privacy, voor bijvoorbeeld effectievere logistiek en gezondheidszorg.

STRUCTURAL INTEGRITY

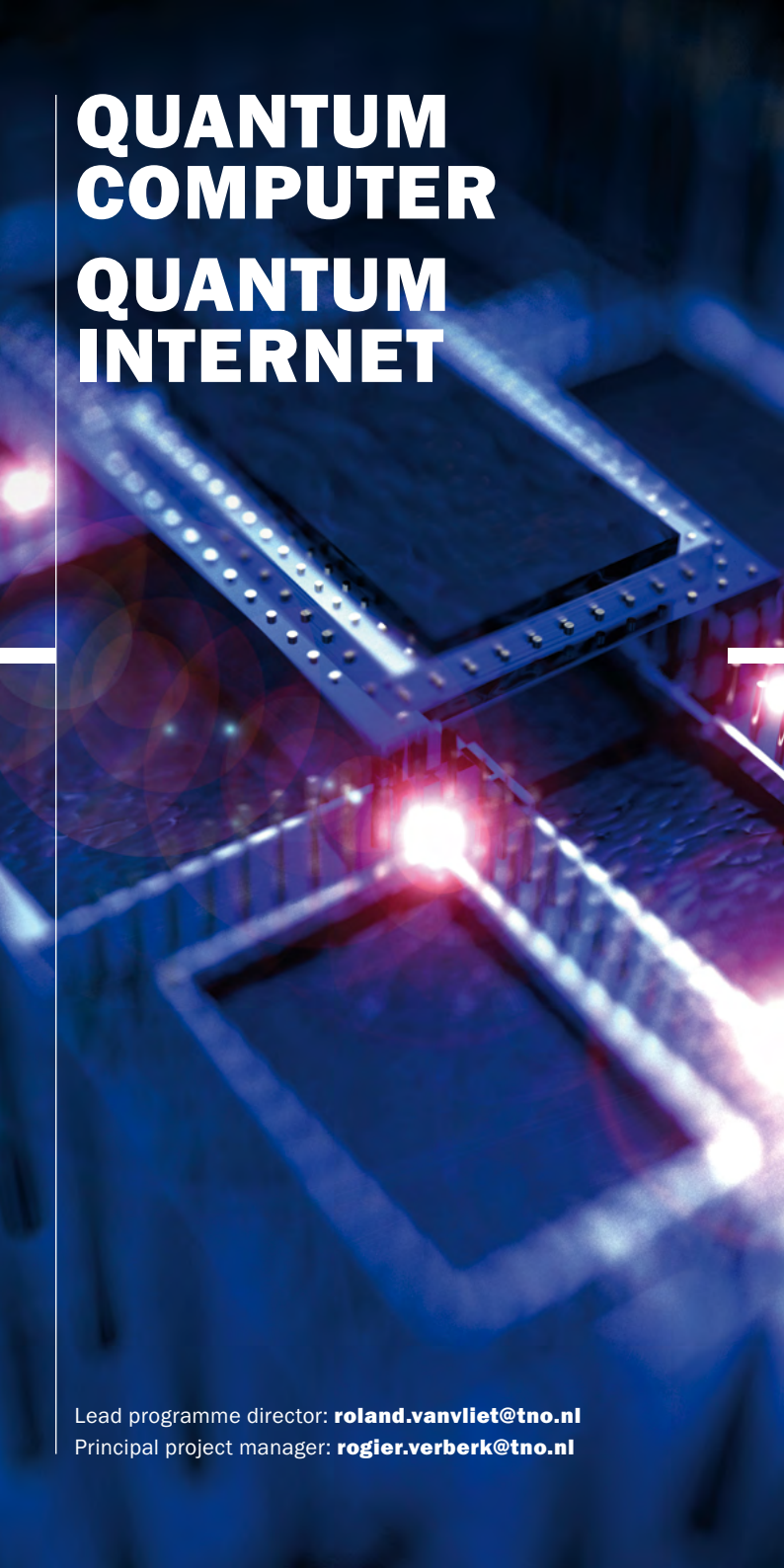
Instandhouding van vitale en kostbare infrastructuur voor transport en energieproductie en voorkoming van onvoorziene schade.

PERSONALISED FOOD FOR HEALTH

Ontwikkeling van effectievere voeding (en geneesmiddelen), gebaseerd op het feit dat ieder mens in genetisch opzicht en in interactie met zijn omgeving anders is.

COMPLEXITY

Systemen die zelforganisatie en spontaan optredend gedrag vertonen: een generiek onderwerp met brede toepassingsmogelijkheden.

The background of the entire page is a close-up, artistic photograph of quantum computing hardware. It shows a dark, rectangular chip or component mounted on a metal frame with many small screws. Bright blue and red lights are visible, creating a futuristic and high-tech atmosphere. The lights are out of focus, appearing as soft, glowing bokeh circles. The overall color palette is dominated by deep blues and purples, with the bright lights providing a strong contrast.

QUANTUM COMPUTER QUANTUM INTERNET

Lead programme director: **roland.vanvliet@tno.nl**

Principal project manager: **rogier.verberk@tno.nl**

Het research centrum QuTech is opgericht door de TU Delft en TNO, met steun van NWO, FOM, STW, het ministerie van EZ en TKI Nanotechnologie. Doel is de ontwikkeling van de quantum computer en secure quantum internet. Vanaf het begin werken we al samen met TU/e, de Universiteit Leiden en Microsoft. Dit initiatief moet uitgroeien tot een ecosysteem met verschillende andere bedrijven en instituten om het komende decennium de computer zoals we die nu kennen wezenlijk te veranderen.

QuTech werkt in Delft aan speciaal ontwikkelde chips die kwantumbits in zowel een 0 als 1 laat bestaan. Zo krijgen computers exponentieel meer rekenkracht en wordt af luisteren daarmee onmogelijk. Dat biedt zowel de wetenschap als de industrie prachtige kansen voor nieuwe toepassingen. Denk aan zeer efficiënte algoritmes om 'big data' te doorzoeken, het doorrekenen van de vele verschillende manieren waarop eiwitten zich kunnen vouwen (belangrijk voor medicijnontwikkeling), het ontwerpen van materialen die stroom geleiden zonder weerstand (van belang voor het transport van energie) of het eenvoudig kraken van diverse encryptiemethodes. De bijzondere eigenschappen 'superpositie' en 'verstrengeling' in de quantum-mechanica maken ook absoluut veilige communicatie mogelijk. "Op deze manier kan de onvoorstelbare rekenkracht van een quantumcomputer grote impact hebben op uitdagingen binnen vrijwel alle grote maatschappelijke uitdagingen waar we voor staan", vertelt project manager Rogier Verberk.

Eind 2014 is QuTech uitgeroepen tot een van de vier Nationale Iconen 2014. Minister Kamp van Economische Zaken zei hierover: "Met kwantumtechnologie behoort Nederland tot de digitale top. Door de vele toepassingsmogelijkheden in ICT, materialen-onderzoek en de geneeskunde belooft deze technologie een belangrijke bijdrage aan wereldwijde maatschappelijke uitdagingen te leveren".

ENERGY CONVERSION & STORAGE



Lead programme director: **rene.hooiveld@tno.nl**

Lead scientist: **pascal.buskens@tno.nl**

Binnen het ERP Energy Conversion & Storage ontwikkelen we technologieën om zonlicht, elektriciteit en warmte als energievormen efficiënt om te zetten naar chemische energie en op te slaan in de vorm van chemische bindingen, chemicaliën en brandstoffen. Het programma kent vier onderzoekslijnen:

- 1 Photons-to-chemicals: hierin ontwikkelen we technologieën om zonlicht direct op te slaan in de vorm van chemische energie door gebruik te maken van fothermische en fotochemische processen.
- 2 Electrons-to-chemicals: het ontwikkelen van technologieën om elektriciteit op te slaan in de vorm van chemische energie door gebruik te maken van elektrochemische en elektrokatalytische processen.
- 3 Thermochemical storage: het opslaan van warmte en later weer vrijgeven door dehydratatie en hydratatie van zouten.
- 4 SOSENS: het ontwikkelen van software tools voor bedrijven om ervoor te zorgen dat iedereen op het juiste moment de benodigde energie krijgt uit de beschikbare duurzame bronnen.

De technologieën die we binnen dit ERP ontwikkelen, zullen van grote waarde zijn nu het aandeel duurzame energie-opwekking gestaag toeneemt. Duurzame energie wordt namelijk niet altijd opgewekt op het moment dat er energie nodig is, omdat zon en wind zich niet laten sturen. Ook is het tot nog toe moeilijk de energie die op het moment van opwekken niet nodig is op een efficiënte manier op te slaan. Om vraag en aanbod van energie blijvend goed op elkaar af te stemmen zijn dus nieuwe efficiënte technologieën voor conversie en opslag nodig. Daarnaast moet ook het energienetwerk hierop worden afgestemd.

Binnen het programma werken we samen met vooraanstaande universiteiten in binnen- en buitenland, waaronder de Universiteit Utrecht, Universiteit Twente, TU Eindhoven, RWTH Aachen University en de Technical University of Denmark (DTU).

3D NANO MANUFACTURING

Lead programme director: **roland.vanvliet@tno.nl**

Lead scientist: **hamed.sadeghianmarnani@tno.nl**

In het dagelijkse leven hebben elektronische apparaten steeds meer functionaliteiten: mobiele telefoons en tablets krijgen meer applicaties, auto's voorzien van elektronica rijden zuiniger en veiliger, ziektes kunnen eerder worden herkend, behandeling start eerder en is minder belastend. Kankerbehandeling, moleculaire geneeskunde en patiënten op afstand helpen en controleren zijn hiervan enkele voorbeelden.

Al deze mogelijkheden en innovaties zijn gebaseerd op geïntegreerde schakelingen in computer chips. Zo zijn circa zeven miljard transistoren van enkele tientallen nanometers op een computerchip met de afmetingen van een postzegel te integreren.

De meeste van deze nanometer grote schakelingen kennen een complexe opbouw, ook wel architectuur genoemd. De productie en de kwaliteitscontrole vormen een enorme uitdaging, waarop traditionele technologieën in technisch en economisch opzicht nog geen antwoord hebben.

Hoe maakt en meet je deze nanostructuren bij zeer hoge snelheden in een industriële omgeving, met hoge nauwkeurigheid en betrouwbaarheid? In het ERP 3D Nanomanufacturing gaat het om de ontwikkeling van instrumenten voor het maken en meten 3D nanocomponenten in massaproductie. Lead scientist Hamed Sadeghian vertelt: "Ons onderzoek richt zich op de productie en metrologie van deze nanostructuren. Met de nieuwe kennis en instrumentatie die we hiervoor ontwikkelen zijn ook andere toepassingen mogelijk op het gebied van fotonische componenten, (micro) sensoren en instrumenten voor gezondheidszorg en veiligheid".

In dit ERP werkt TNO samen met verschillende nationale en internationale wetenschappelijke partners zoals TU Eindhoven, TU Delft, AMOLF, Universiteit Leiden, Universiteit Alberta, Universiteit Ilmenau, met industriële bedrijven in het midden- en kleinbedrijf, de Topsectoren HTSM, ECN en NLR.

Foto: Eerste generatie meetinstrument voor nanometerstructuren, diameter circa 27 nm

HUMAN ENHANCEMENT



Lead programme director: **michael.holewijn@tno.nl**

Lead scientist: **mark.neerincx@tno.nl**

Hoe kun je mensen die complexe taken uitvoeren, bijvoorbeeld bij de politie, in de industrie of het verkeer, ondersteunen met adaptieve systemen? En hoe bevorder je de veerkracht van mensen in stressvolle werksituaties? Dit zijn twee vragen die centraal staan in het ERP Human Enhancement.

Dit ERP bouwt onder meer voort op de kennis die is verkregen in het Defensiedomein, vertelt lead scientist Mark Neerincx. “Onze expertise richt zich op de effectieve ondersteuning van mensen in veeleisende omgevingen, zodat individuen en teams adequaat kunnen omgaan met kritische omstandigheden en gebeurtenissen. We ontwikkelen modellen, methodes en technieken om de capaciteiten van de mens en omstandigheden waarin iemand werkt te kunnen monitoren en beïnvloeden. Denk aan het kunnen verwerken van informatie, mentale fitheid en andere zaken die van invloed zijn op presteren en gezondheid.”

Het ERP richt zich op de ontwikkeling van systemen die zich realtime aanpassen aan individuele capaciteiten en omstandigheden. We ontwikkelen nieuwe concepten waarmee mensen hun verantwoorde bezigheden zoals het varen op zee of het rijden op de weg veiliger, productiever en comfortabeler kunnen uitvoeren.

Het tweede onderwerp in dit ERP is het versterken van de veerkracht van werknemers, zodat ze beter met stressvolle en belastende omstandigheden kunnen omgaan. Dit moet hen niet alleen helpen om beter te presteren onder druk, maar ook om gemotiveerd en gezond te blijven. De nadruk ligt op de ontwikkeling van een systeem dat verschillende soorten metingen, zowel psychosociaal als fysiologisch, combineert en de gebruiker gepersonaliseerde uitkomsten geeft, bijvoorbeeld om ziekteverzuim te voorkomen.

De twee onderzoekslijnen zullen een set van tools opleveren voor het monitoren, interpreteren en versterken van de conditie en het gedrag van de mens in complexe en risicovolle omgevingen.

MAKING SENSE OF BIG DATA



Lead programme director: henk-jan.vink@tno.nl

Lead scientist: wessel.kraaij@tno.nl

De kern van het ERP Making Sense of Big Data: waardecreatie door een groot aantal gegevens uit verschillende bronnen te combineren.

Wessel Kraaij, lead scientist van dit ERP: “Als partijen informatie delen, kunnen ze veel waarde creëren, maar het is ook best ingewikkeld. In dit ERP kijken we hoe je data van verschillende organisaties kunt samenvoegen zonder dat de partners hun informatie uit handen geven of de controle erop verliezen.

In een van de werkpakketten in ons ERP gaan we obstakels opruimen die zich bij het delen van informatie voordoen. Door een combinatie van technische en organisatorische innovaties willen we gegevensbronnen combineren zonder inbreuk op de privacy of het weggeven van concurrentiegevoelige informatie. Daarnaast kijken we hoe je informatie uit verschillende bronnen kunt verrijken en daar conclusies uit kunt trekken”.

Daarbij is het volgens Wessel essentieel data en domeinkennis te combineren tot een model: “Als je data hebt, kun je correlaties onderkennen, maar dat geeft je nog geen inzicht in onderlinge verbanden. Pas als je een causaal model hebt, kun je observaties verklaren en voorspellingen doen wat er in een specifieke situatie gaat gebeuren”.

Ook de technische infrastructuur krijgt aandacht in dit ERP: als informatie op verschillende plaatsen beschikbaar is, welke standaarden, protocollen en ICT-systemen heb je nodig om die informatie realtime bij elkaar te krijgen en te bewerken?

Het ERP richt zich vooral op twee use cases waar big data een game changer kan zijn: logistiek en gepersonaliseerde gezondheid. Bij logistiek gaat het om het efficiënter benutten van transportcapaciteit door informatie van verschillende belanghebbenden te combineren. Bij gezondheid is de uitdaging individuele voorspellingen te doen op basis van data uit bijvoorbeeld wearables om gedragsverandering te bewerkstelligen. TNO werkt hier samen met bedrijven en universiteiten, onder andere via NWO.

STRUCTURAL INTEGRITY



Lead programme director: peter_paul.vantveen@tno.nl

Lead scientist: henk.miedema@tno.nl

Hoe houden we onze vitale en kostbare infrastructuur in stand en maximaal bruikbaar? Lead scientist Henk Miedema: “Dit ERP houdt zich bezig met die vragen, en dan met name voor de infrastructuur van transport en energieproductie”.

De technologische vragen gaan vooral over geavanceerde sensortechnologie en multiscale/multiphysics modellering. Die moeten leiden tot een voorspelling van gedrag en prestaties van constructies. De vorig jaar met sensoren uitgeruste Van Brienenoordbrug is een aansprekend voorbeeld in dit verband. Deze akoestische ‘oren’ nemen waar of en op welke plek precies het staal scheurtjes vertoont als gevolg van wisselingen in de belasting van de brug. Deze kennis kunnen we breed inzetten om het gedrag van grote constructies onder belastingen te volgen en te voorspellen of en wanneer inspectie, onderhoud of renovatie nodig is.

In het onderzoek werken we samen met Europese partijen en in Nederland met de 3 TU's, ECN, eigenaren en operators, zowel overheid als privaat, en service providers. We sluiten verder aan bij de Topsector Water, Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI) Delta-technologie en Topsector Energie (TKI Wind op zee).

PERSONALISED FOOD



Lead programme director: **peter.vandijken@tno.nl**

Lead scientist: **frank.schuren@tno.nl**

Peter van Dijken, director Food & Nutrition: “We werken samen met onze TO2-partner DLO hard aan een ‘research ecosysteem’ om met marktpartijen en andere kennisinstellingen dé kennis-partner op het gebied van gepersonaliseerde voeding te zijn”.

Nieuwe wetenschappelijke ontwikkelingen geven een steeds gedetailleerder beeld van de biologische ontwikkeling van de mens, waarbij ook inzichten in de microbiologie van het menselijk lichaam, de interactie tussen hersenen en darmen, en het functioneren van de hersenen (of het brein) vol in de aandacht staan.

Tegelijkertijd is ook steeds duidelijker dat onze voeding op allerlei bijzondere manieren ingrijpt op onze biologische ontwikkeling. Dat biedt een enorme potentie voor het ontwikkelen van nieuwe voedingsproducten en concepten.

Het ERP waaraan Peter samen met lead scientist Frank Schuren leiding geeft, richt zich op twee use cases: jongeren, die zo vroeg mogelijk moeten beginnen met goede voeding, en ouderen zo lang mogelijk actief te laten zijn om zo ziekten en andere problemen te voorkomen.

COMPLEXITY



Lead programme director: **erik.tielemans@tno.nl**

Lead scientist: **ardi.dortmans@tno.nl**

Het ERP Complexity richt zich op de ontwikkeling van modellen die de werking van complexe systemen beter begrijpen en zo goed mogelijk voorspellen. Dit moet inzichten opleveren in het effect van maatregelen binnen zo'n complex systeem.

Wij hanteren de algemeen aangenomen beschrijving van complexiteit: 'de studie van de verschijnselen die voortkomen uit het collectieve gedrag van een verzameling van veel interacterende agenten (objecten, onderdelen)'.

TNO richt zich in het ERP Complexity op de volgende kwesties:

- 1 Het ontstaan van collectief gedrag waarvan de nieuwe eigenschappen meer zijn dan de optelsom van de individuele.
- 2 Overgangen van de ene fase naar een andere; het ontrafelen van de mogelijkheden en onmogelijkheden voor het voorspellen en beïnvloeden van de dynamiek van verandering.
- 3 De veerkracht van complexe systemen om externe verstoringen op te vangen. Is die te beïnvloeden om zo controle uit te oefenen?

De vraagstukken waar TNO samen met bedrijven en instellingen aan werkt zijn gebaseerd op concrete use cases:

- Coöperatief autorijden: hoe kunnen we het verkeer beter begrijpen en data gebruiken om coöperatief rijden mogelijk te maken? Kunnen we uit het gedrag van individuele bestuurders opmaken hoe verkeer zich op een snelweg beweegt?
- Gasnetwerken: hoe kunnen we een constante kwaliteit gas leveren aan gebruikers als we verschillende bronnen zoals gasvelden en biogas inzetten?
- Geïnduceerde seismiciteit: hoe kunnen we de oorzaak en effecten van aardbevingen als gevolg van menselijk handelen in de ondergrond (zoals gaswinning en -opslag, productie van geothermische energie, opslag van CO₂) beter begrijpen, voorspellen en mitigeren?
- Grip op gezondheid: hoe krijgen we inzicht in de omstandigheden die onze persoonlijke gezondheid beïnvloeden en welke interventies zijn succesvol?
- Circulaire economie: hoe kunnen we binnen een productketen de voordelen van circulaire economie kwantificeren en daarmee duurzame innovatie stimuleren?
- Veilige installaties: kunnen we modellen maken waarin we mens en techniek samenbrengen om de veiligheid in chemische fabrieken te bevorderen?

- Stadsplanning: hoe kunnen de wensen van alle betrokkenen in een stad vertalen in de slimme stad van de toekomst?

TNO wil in dit ERP nauw samenwerken met NWO, de academische wereld, organisaties en bedrijven. Door multidisciplinaire samenwerking in een gemeenschap van onderzoekers en gebruikers versnellen we innovatie in industriële en maatschappelijke vraagstukken op dit gebied.

MEER WETEN OVER ONZE EARLY RESEARCH PROGRAMMES?

Ga naar TNO.NL/ERP of neem
contact op met Koen Wapenaar
T 088 866 84 45
E koen.wapenaar@tno.nl

TNO.NL