TO2MORROW

Magazine over resultaten van de TO2-federatie

2026

TO2 federatie



Hoe sterk is onze vitale infrastructuur?

Wat als vitale systemen tegelijk uitvallen?

Innoveren op oorlogstempo

Van idee naar varend prototype in maanden



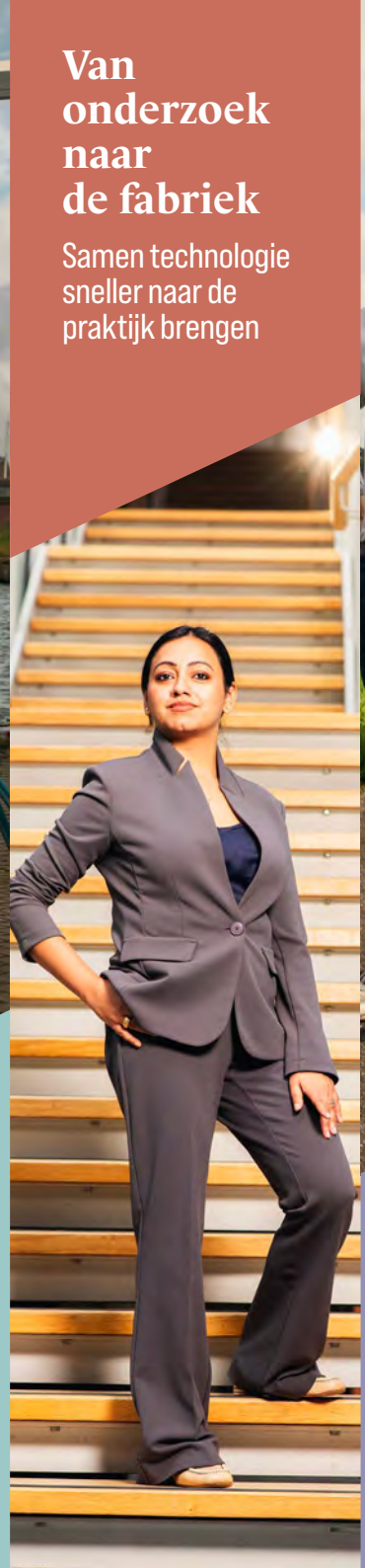


De kwelder als kustbeschermer

Een natuurlijke buffer tegen hoogwater

Van onderzoek naar de fabriek

Samen technologie sneller naar de praktijk brengen





Vliegen op waterstof komt dichterbij

In 2027 volgt de eerste bemande testvlucht

Inhoud

3 Voorwoord
4 Overzicht van de instituten

Thema Energietransitie en duurzaamheid
6 Minder fosfor en stikstof, meer biodiversiteit in het water
9 Van onderzoeksprogramma naar innovatiecommunity
12 Waterstof brengt emissievrij vliegen dichterbij
15 De onzichtbare vervuiler zichtbaar maken
18 Hoe maak je een luchthaven emissievrij?

Thema Landbouw water en voedsel
20 Duurzame energie met oog voor de natuur
23 Fast Track brengt ondernemers en onderzoekers samen
26 Stiller varen zonder extra brandstof
28 AI-interface brengt overzicht in het boerenbedrijf
30 Kwelders: kustbescherming met hulp van de natuur

33 Korte berichten

Thema Gezondheid en zorg
38 Twintig jaar Smaaklessen op school: vroeg leren gezond te eten

Thema Veiligheid
41 Stresstest voor onze vitale infrastructuur
45 Loskomen van de Amerikaanse cloud
47 Zonder satellieten staat Nederland stil
50 Innoveren op oorlogstempo
53 Van jaren naar weken: sneller innoveren voor Defensie

Thema Sleuteltechnologieën
56 De kracht van gedeelde data, modellen en rekenkracht

Strategie
60 Kennis als strategische kracht

Beste lezer,

Nederland heeft een ijzersterke kennisbasis. Het vertalen van deze kennis naar bruikbare oplossingen voor bedrijven en de Nederlandse samenleving vraagt om testen, demonstreren en doorontwikkelen.

Dit is waar onze TO2-instellingen in beeld komen. In deze elfde editie van TO2MORROW laten ze niet alleen zien hoe ze een brug slaan tussen kennis en toepassing, maar ook hoe ze verschillende expertises bij elkaar brengen. Met als resultaat nieuwe ideeën en oplossingen die Nederland én Europa sterker en veiliger maken.

Zo ontwikkelen de vijf TO2-instituten binnen DigiLab Toegepaste Kennis een digitale infrastructuur. Hierin kunnen kennisinstellingen data, modellen en rekenkracht veilig met elkaar en hun onderzoekspartners delen. Dit levert onderzoekers tijdswinst en betere inzichten op. Binnen GREENHOOD testen Deltares en Wageningen University & Research (WUR) samen nieuwe oplossingen voor een betere waterkwaliteit. Ze onderzoeken hoe voedingsstoffen uit mest en kunstmest kunnen worden opgevangen, hergebruikt en afgebroken.

MARIN ontwikkelt binnen het Europese project SATURN een hulpmiddel om schepen te bouwen met stillere schroeven en een lager brandstofverbruik. Dit helpt het zeeleven beter te beschermen. Een andere vorm van klimaatbescherming vinden we in het Europese TULIPS programma. Hierin onderzoekt TNO hoe de uitstoot op en rond Schiphol kan worden verminderd.

Bij de Quick Response Drone Facility (QRDF) van het Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR) werken Defensie, kennisinstellingen en bedrijven samen om nieuwe drones en dronefuncties sneller te ontwikkelen, te testen en operationeel inzetbaar te maken.

Of het nou gaat om klimaat, energie, digitalisering of veiligheid: de TO2-instituten en hun onderzoeksfaciliteiten spelen een onmisbare rol bij het aanpakken van maatschappelijke uitdagingen en het werken aan een weerbaar en duurzaam Nederland. De projecten die ons hierin vooruithelpen verdienen het om in de schijnwerpers te staan.

Ik wens u heel veel leesplezier!

Heleen Herbert
Minister van Economische Zaken en Klimaat



In het onderstaande overzicht geeft elk van de instituten, die deel uitmaken van de T02-federatie, een samenvatting van hun belangrijkste werkterreinen en de sleuteltechnologieën die ze ontwikkelen en toepassen.

De T02-federatie bestaat uit:

Deltares

Deltares

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek. We geloven in de kracht van diepgaande kennis, in innovatieve oplossingen en software, om deltagebieden – waar ook ter wereld – leefbaar te houden.

In onze missie *'Enabling Delta Life'* staat het water- en bodemsysteem centraal. We richten ons op vijf zogenoemde moonshots om met onze kennis impact te creëren: bewoonbare delta's, bescherming tegen overstroming, gezonde water- en bodemsystemen, broeikasgasreductie, duurzame energie en een veerkrachtige infrastructuur.

Onze 900 gekwalificeerde medewerkers zijn nieuwsgierig en gedreven. We werken in co-creatie samen met universiteiten, onderzoeksinstituten, bedrijfsleven, ngo's en overheden in binnen- en buitenland en delen onze kennis met de wereld ('dare to share').

MARIN
BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

MARIN

Het Maritime Research Institute Netherlands (MARIN) doet onderzoek in hydrodynamica, maritieme (zero-emissie) technologie en operaties met simulaties, modeltesten, ware-groottemetingen en training. MARIN richt zich hierbij op de scheepsbouw, scheepvaart, offshore-industrie en overheden. Hierbinnen besteedt MARIN aandacht aan de volgende maatschappelijke thema's van het missiegedreven innovatiebeleid: energietransitie en duurzaamheid; landbouw, water en voedsel; en veiligheid. Sleuteltechnologieën die bijzondere aandacht krijgen zijn kunstmatige intelligentie en autonomie & decision support.

nlr Accelerating the future of aerospace

NLR

Het Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR) verbindt wetenschap, bedrijfsleven en overheid in Nederland en internationaal. De kennisorganisatie verricht toegepast onderzoek binnen de marktsegmenten: industrie, civiele luchtvaart, ruimtevaart en defensie. De werkzaamheden van NLR beslaan daarbij het volledige spectrum van 'Research Development Test & Evaluation' (RDT&E). Binnen het missiegedreven innovatiebeleid richt het onderzoek van NLR zich op de maatschappelijke thema's energietransitie en duurzaamheid en veiligheid. Voorbeelden van sleuteltechnologieën die bijzondere aandacht krijgen zijn kunstmatige intelligentie, augmented/virtual reality, digital twin en geavanceerde materialen (bijv. composieten en 3D-metaalprinten). ▶

Vervolg ▸

De TO2-federatie bestaat uit:

TNO

De Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) heeft als missie het creëren van impactvolle innovaties voor duurzaam welzijn en welvaart van de samenleving. TNO gelooft in gezamenlijke creatie van waarde in economische én maatschappelijke termen en richt zich, samen met partners, op innovaties voor zes domeinen: Mobiliteit en de Bebouwde Omgeving, Energie- en Materialentransitie, Defensie en Veiligheid, Gezond Leven en Werk, Hightechindustrie, ICT, Strategie en Beleid.

Het ontwikkelen en toepasbaar maken van sleuteltechnologieën is een van de kernactiviteiten van TNO binnen deze domeinen. Denk hierbij aan fotonica, nano- en kwantumtechnologie. Maar ook aan nieuwe vormen van productie-, materiaal- en chemische technologie. Sleuteltechnologieën worden gekenmerkt door een breed toepassingsgebied of bereik in innovaties en sectoren. Ze zullen de manier waarop we leven, leren, innoveren, werken en produceren ingrijpend veranderen. Sleuteltechnologieën zijn essentieel bij het oplossen van maatschappelijke uitdagingen, zoals veiligheid, energie en zorg. Ook maken sleuteltechnologieën baanbrekende proces-, product- en diensteninnovaties mogelijk en leveren daarmee een grote bijdrage aan de economie, het ontstaan van nieuwe bedrijvigheid en nieuwe markten, het vergroten van de concurrentiekracht en het versterken van de banengroei.

WUR

Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research. Onze circa 7.000 medewerkers en 13.000 studenten uit meer dan honderd landen werken en studeren in de domeinen van voeding, natuur, klimaat, circulaire economie en leefomgeving. Samen dragen zij bij aan oplossingen voor maatschappelijke vraagstukken, in de samenwerking met overheden en het bedrijfsleven. De missie van Wageningen University & Research is “To explore the potential of nature to improve the quality of life”.
De kracht van Wageningen University & Research ligt in de bundeling van gespecialiseerde onderzoeksinstituten en de universiteit én in de samenwerking vanuit verschillende natuur-, technologische- en maatschappijwetenschappelijke disciplines. Daardoor kunnen wetenschappelijke doorbraken snel naar de praktijk en in het onderwijs worden vertaald. Wageningen Research is onderdeel van de TO2-federatie en bestaat uit meerdere onderzoeksinstituten, die actief zijn op de thema’s Food & Biobased Research, Bioveterinary Research, Livestock Research, Marine Research, Social & Economic Research, Environmental Research, Plant Research en Food Safety Research. ■



Minder fosfor en stikstof, meer biodiversiteit in het water

Stikstof en fosfor uit (kunst)mest kunnen via het grondwater of oppervlakkige afstroming in sloten, meren en zee terechtkomen. Dat leidt tot algengroei, zuurstoftekort en schade aan de natuur. Deltares, WUR en KWR testen binnen project GREENHOOD oplossingen die deze voedingsstoffen opvangen en hergebruiken. ▶

Deltares, WUR

Probleem: door regen en drainage kunnen voedingsstoffen uit mest en kunstmest in sloten, meren en zee terechtkomen. Dat leidt tot algengroei, zuurstoftekort en schade aan de natuur.

TO2-oplossing: Deltares en KWR testen binnen het Europese project GREENHOOD oplossingen die deze voedingsstoffen opvangen en hergebruiken of omzetten in minder schadelijke stoffen, zoals houtsnipperfilters, bufferstroken en sedimentatiepoelen. Daarbij brengen ze niet alleen de werking in kaart, maar ook wat er nodig is aan onderhoud en voor praktische toepassing.

Impact: de resultaten worden opgenomen in de BOOT-lijst, een overzicht van maatregelen waarmee de agrarische sector de waterkwaliteit kan verbeteren. Boeren en waterschappen krijgen zo betere informatie over wat in de praktijk werkt.

Een sloot die door algengroei groen kleurt of een zwemplas die vanwege blauwalg wordt afgesloten: veel mensen kennen de gevolgen van te veel voedingsstoffen (nutriënten) in het water. Overmatige algengroei in wateren veroorzaakt zuurstoftekort en gifproductie. ‘Het komt erop neer dat er onvoldoende zuurstof is voor andere plant- en diersoorten, waardoor veel van deze soorten afsterven’, vertelt Marc Nijboer, onderzoeker bij Deltares. Nijboer onderzoekt in GREENHOOD toepassingen die uitgespoelde voedingsstoffen opvangen en, waar mogelijk, hergebruiken.

Mestvoorschriften

Nutriënten zijn voedingsstoffen die planten nodig hebben om te groeien. In de landbouw gaat het vooral om fosfor en stikstof. Bij hevige of langdurige regen kunnen deze stoffen in het oppervlaktewater terechtkomen en uiteindelijk in zee belanden. Nijboer: ‘Ook als boeren zich aan de mestvoorschriften houden, kunnen hevige regenbuien ervoor zorgen dat nutriënten toch uitspoelen naar het grondwater.’

‘Van veel maatregelen weten we op basis van onderzoek dat ze kansrijk zijn’

Europees onderzoek

Deltares onderzoekt samen met KWR technieken die voedingsstoffen opvangen en hergebruiken of omzetten. Door bestaande oplossingen zoals houtsnipperfilters, sedimentatiepoelen en verbeterde bufferstroken in de praktijk te testen, reikt GREENHOOD boeren en waterschappen handvatten aan om de waterkwaliteit beter te beschermen. Elke techniek werkt op een andere manier op de voedingsstof. Dankzij de koolstof uit het hout van het houtsnipperfilter breken aanwezige bacteriën opgelost stikstof af tot onschadelijk stikstofgas. Bij de sedimentatiepoel is de watergang breder, waardoor water langzamer stroomt. Sediment met de voedingsstoffen zakt naar de bodem. Beide principes worden gecombineerd bij de verbeterde bufferstrook. Het sediment wordt opgevangen in een sloot naast de watergang. Hier zorgen aanwezige bacteriën dat overgebleven voedingsstoffen worden afgebroken en planten dat ze worden opgenomen. Europees onderzoek is hard nodig. ‘Van veel maatregelen weten we op basis van onderzoek dat ze kansrijk zijn, maar praktijkgegevens ontbreken vaak nog. Die gegevens verzamelen we nu’, legt Nijboer uit. ‘De landbouwkennis van WUR is uniek voor Europa en komt goed van pas tijdens onze testen.’

Niemandsland

De praktijktesten laten zien dat een technisch effectieve maatregel niet automatisch de beste keuze is. Een houtsnipperfilter, een soort ondergrondse bak met houtsnippers, waar water doorheen stroomt en waarin nitraat omgezet wordt in onschadelijk stikstofgas, kan veel voedingsstoffen afvangen, maar vraagt regelmatig onderhoud. Dat maakt toepassing voor boeren en waterschappen minder aantrekkelijk. Bovendien speelt mee dat veel van deze maatregelen op de grens liggen tussen landbouwgrond en oppervlaktewater. ‘De strook grond tussen landbouw en het water is eigenlijk een



'Een deel van de vrijkomende voedingsstoffen wordt als meststof gebruikt'



niemandsland. Daardoor is het lastig te bepalen of de boer of het waterschap aan zet is. Bovendien draagt zo'n strook niet direct bij aan de productie van de boer. Daarom zijn onderhoudsarme oplossingen, zoals een verbeterde bufferstrook of sedimentatiepoel, vaak aantrekkelijk. Een sedimentatiepoel hoeft bijvoorbeeld maar af en toe te worden uitgegraven. Het fosfor dat daarbij vrijkomt, kan weer als meststof worden gebruikt.'

BOOT-lijst

De geteste maatregelen worden uiteindelijk opgenomen in de BOOT-lijst (Bestuurlijk Overleg Open Teelt en Veehouderij); een overzicht van tientallen landbouwkundige en praktische maatregelen om de waterkwaliteit, waterkwantiteit en bodemkwaliteit te verbeteren. 'Ik hoop dat dit overzicht boeren en waterschappen helpt om in overleg gerichter maatregelen te kiezen', zegt Nijboer. ■

Wie: Deltares, WUR, Kennisinstituut voor Water (KWR), waterschappen, agrarische ondernemers en Europese partners binnen GREENHOOD.

Looptijd: 1 januari 2025 t/m 31 december 2028.



Monalisa Goswami van TNO.

Van onderzoeks-programma naar innovatie-community

Om de energie- en chemiesector te verduurzamen en toekomstbestendig te maken, zet TNO al ruim tien jaar in op elektrificatie. Binnen VoltaChem werkt het samen met bedrijven, kennisinstellingen en overheden aan nieuwe technologieën én aan de voorwaarden om die op grote schaal toe te passen. Wat begon als een onderzoeksprogramma, is uitgegroeid tot een innovatiecommunity. ▶

TNO

Probleem: de energie- en chemiesector worden nog gedomineerd door fossiele energie en grondstoffen. Voor een industrie met lage emissies zijn processen nodig die voor hun energiebehoefte kunnen draaien op duurzame elektriciteit.

TO2-oplossing: TNO richtte tien jaar geleden VoltaChem op: een onderzoeksprogramma waarin bedrijven, kennisinstellingen en overheden samenwerken aan de ontwikkeling én opschaling van geëlektrificeerde chemische processen.

Impact: VoltaChem helpt elektrochemische technologieën de stap te maken van laboratorium naar industrie. Het programma levert nieuwe technologie op voor de productie van groene waterstof en duurzame chemicaliën, brengt bedrijven en kennisinstellingen samen én draagt bij aan een duurzame en toekomstbestendige chemische industrie.

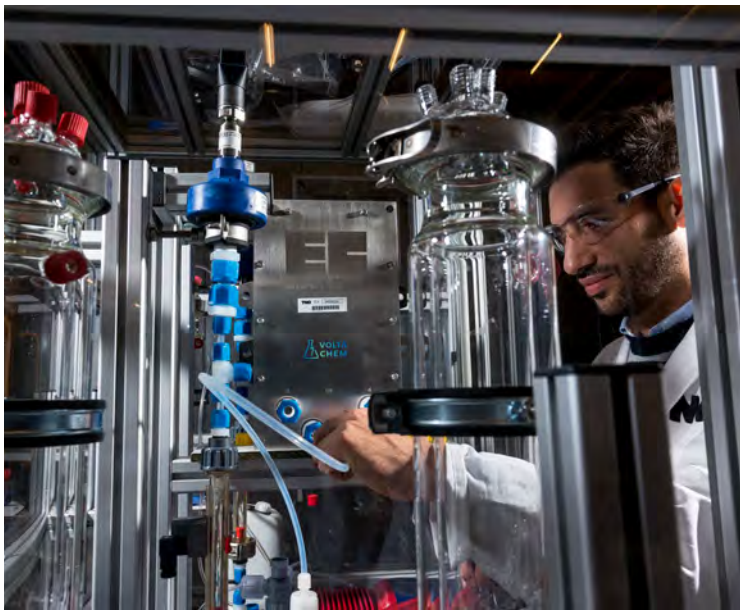
‘Toen we tien jaar geleden begonnen, stond de elektrochemie nog in de kinderschoenen’, vertelt Monalisa Goswami, voorzitter bij TNO VoltaChem. ‘Juist daar ligt de kracht van TNO: technologie ontwikkelen die de markt nog niet oppakt, maar waarvan we weten dat die in de toekomst cruciaal kan worden.’ Om die ontwikkeling te versnellen werd VoltaChem opgericht. Daarbij draait het niet alleen om groene waterstof, maar ook om de duurzame productie van chemische grondstoffen uit water, CO_2 en biogrondstoffen. Samen met bedrijven ontwikkelde TNO een innovatieagenda: welke technologische doorbraken zijn nodig om elektrochemische processen op industriële schaal mogelijk te maken? Goswami: ‘Die aanpak heeft de technologie een flinke stap verder gebracht. Inmiddels worden de eerste commerciële waterstof-installaties gebouwd. De volgende uitdaging is om die technologie op grote schaal in de industrie toe te passen.’

Meer dan technologie

Die volgende stap vraagt om meer dan technologische innovatie alleen. ‘In de beginjaren draaide de innovatie vooral om de ontwikkeling van afzonderlijke componenten, zoals elektroden en katalysatoren’, zegt Goswami. ‘Nu gaat het om de vraag hoe je die technologie op industriële schaal toepast. Hoe zorg je dat een fabriek economisch haalbaar wordt? Hoe organiseer je de veiligheid? Hoe zorg je dat alle partijen in de keten samenwerken?’ De technologie is niet langer de enige uitdaging. Ook het elektriciteitsnet, vergunningen, regelgeving en samenwerking in de keten bepalen of elektrochemische fabrieken van de grond komen.

Innovatiecommunity

Naarmate de technologie volwassener werd, veranderde ook de rol van VoltaChem. Het onderzoeksprogramma groeide uit tot een innovatiecommunity waarin bedrijven, kennisinstellingen, financiers en overheden samenwerken aan de volgende fase van de energietransitie. TNO vervult daarin de rol van onafhankelijke verbinder: het brengt partijen samen die de technologie verder kunnen ontwikkelen en toepassen. Aangesloten bedrijven komen regelmatig bijeen tijdens zogenoemde Power Sessions. Tijdens deze bijeenkomsten delen zij kennis, bespreken actuele vraagstukken en vinden partners



voor gezamenlijke innovatieprojecten. ‘Wij hebben geen commercieel belang maar we begrijpen wel de pijnpunten van elk onderdeel van de waardeketen’, zegt Goswami. ‘Daardoor kunnen we partijen samenbrengen die elkaar anders niet vanzelf zouden ontmoeten.’

Van laboratorium naar fabriek

De aanpak levert inmiddels concrete resultaten op. Binnen het onderzoeksprogramma SuperCell ontwikkelde TNO samen met industriële partners een nieuwe generatie elektrolysecellen, een cruciaal onderdeel van installaties die groene waterstof produceren. Bosch Transmission Technology BV in Tilburg gebruikte die kennis vervolgens voor de ontwikkeling van de Hybrion-elektrolyser, een commercieel systeem voor de productie van groene waterstof. Ook internationaal bouwde TNO een sterke positie op. Vanuit de onderzoeksfaciliteiten in Petten ontwikkelde het instituut hoogwaardige kennis over Solid Oxide Electrolyzers (SOEC), een efficiënte technologie voor de productie van groene waterstof en Syngas. Die kennis werd in een samenwerking met Elcogen (Estland) en Important Projects of Common European Interest ▶

'De technologie is volwassen aan het worden'

scheme (IPCEI) verder naar de markt gebracht. 'Wij brengen zelf geen producten op de markt', zegt Goswami. 'Als TNO ontwikkelen we de kennis die bedrijven nodig hebben om dat wél te doen.' VoltaChem ondersteunt vervolgens bedrijven deze kennis op industriële schaal toe te passen. Via fieldlabs en demonstratiefaciliteiten kunnen nieuwe processen onder realistische omstandigheden worden getest voordat bedrijven investeren in commerciële installaties.

Internationale koppositie

Binnen Europese onderzoeksprogramma's werkt TNO samen met bedrijven en kennisinstellingen aan de elektrochemische productie van duurzame brandstoffen en chemische bouwstenen, zoals e-methanol en e-SAF. Volgens Goswami biedt dat Europa een belangrijke kans. 'De technologie is inmiddels volwassen aan het worden. De volgende stap is ervoor zorgen dat Europa er ook economisch de vruchten van plukt. Europa wil minder afhankelijk worden van fossiele grondstoffen en energie uit andere delen van de wereld. De elektrificatie van de industrie kan daar een belangrijke bijdrage aan leveren, mits ook het probleem van netcongestie wordt opgelost.'
Na tien jaar ziet Goswami vooral hoe de rol van VoltaChem is veranderd. 'In het begin waren we vooral bezig met de technologie. Nu hebben we een community waarin bedrijven, onderzoekers en overheden samenwerken aan de systeemaspecten van opschaling ervan. Dat is misschien wel de grootste stap die we hebben gezet.' ■

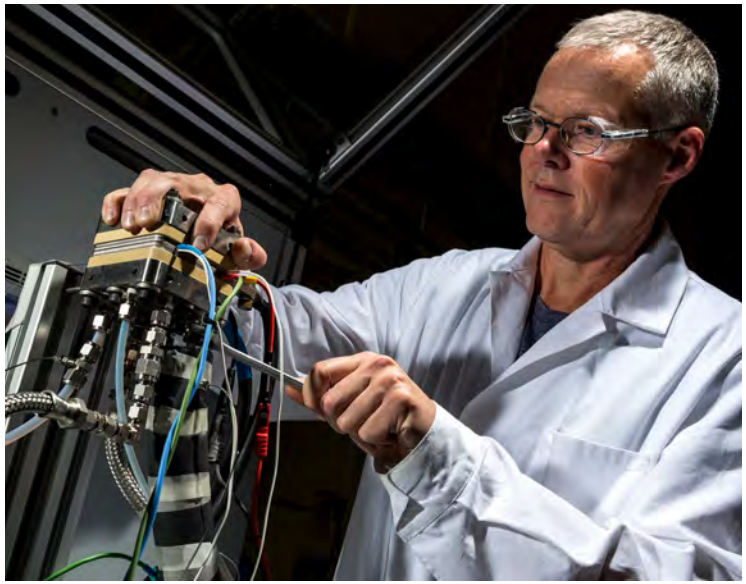
Wie: onder meer Shell, Eneco, Vattenfall, Johnson Matthey, Thermax, Teijin, Capgemini.

Looptijd: vanaf 2016 doorlopend.

Budget: gefinancierd via een combinatie van bijdragen van aangesloten bedrijven, nationale innovatieprogramma's en Europese onderzoeksprojecten.

Vervolg: de komende jaren richt VoltaChem zich steeds meer op systeemintegratie, samenwerking in de keten en een gezonde businesscase voor nieuwe fabrieken (bankability).





voltachem.com

Waterstof brengt emissievrij vliegen dichterbij

Vliegen op vloeibare waterstof moet de klimaatimpact van de luchtvaart verminderen. Het PHYREX-project (Pipistrel Hydrogen Range Extender) van NLR zet een stap in de goede richting. ‘In 2027 testen wij een bemand waterstofvliegtuig.’ ▶

Floris Bremmers (links) en Arjen Kloosterman van NLR.

NLR

Probleem: de luchtvaart wil in 2050 klimaatneutraal zijn. De omschakeling van fossiele kerosine naar andere energiedragers speelt daar een belangrijke rol bij. Waterstof is één van de kansrijke opties, met name voor middellange afstandsvluchten waarvoor batterijen te zwaar kunnen zijn.

T02-oplossing: samen met Nederlandse partners bouwt NLR zijn batterij-elektrische vliegtuig om tot een toestel dat op vloeibare waterstof kan vliegen. Binnen het PHYREX-project wordt het elektrisch aangedreven Pipistrel-vliegtuig voorzien van een waterstof-aandrijflijn, waardoor de piloot tijdens de vlucht kan overschakelen naar waterstof-aandrijving.

Impact: in dit project doet NLR waardevolle kennis en ervaring op om de verdere ontwikkeling van waterstof-aangedreven toestellen en bijbehorende veiligheidsregels te versnellen. Zo komt klimaatneutrale luchtvaart een stap dichterbij.

De luchtvaart moet de CO_2-uitstoot en bredere klimaatimpact de komende decennia drastisch verminderen. NLR werkt aan allerlei onderzoeken en demonstratieprojecten om dat voor elkaar te krijgen. Een belangrijk voorbeeld is de ontwikkeling van een klein bemand elektrisch vliegtuig dat op vloeibare waterstof kan vliegen.

Vliegen op waterstof

'Binnen het PHYREX-project wordt het elektrisch aangedreven Pipistrel-vliegtuig voorzien van een waterstof-aandrijflijn, waardoor de piloot tijdens de vlucht kan overschakelen naar waterstof-aandrijving', legt Arjen Kloosterman, NLR-projectleider van PHYREX, uit. Het project werkt toe naar een bemande testvlucht in 2027. Floris Bremmers, Chief Design Engineer bij NLR, vult aan: 'Vloeibare waterstof is veelbelovend omdat vliegtuigen daarmee langere afstanden kunnen afleggen dan alleen met batterijen. Een waterstofsysteem is namelijk lichter dan een batterij met dezelfde hoeveelheid energie. Daardoor kan het vliegtuig verder vliegen of meer passagiers meenemen.' Het project kijkt overigens specifiek naar vloeibare waterstof. 'Gasvormige waterstof zou te veel ruimte innemen', licht Bremmers toe. 'De keuze voor vloeibare waterstof vergt alleen wel dat we de waterstof moeten afkoelen tot 253 graden onder nul. Dat maakt het project dus des te uitdagender.'

'De temperatuur in de waterstoftank moet 253 graden Celsius onder nul blijven'

Ombouw Pipistrel

De constructie van de tweepersoons Pipistrel is verstevigd om de waterstoftank en de brandstofcel te kunnen dragen. 'De tank is dubbelwandig en vacuümgeïsoleerd, als een extreem goede thermosfles. Dat is nodig om de temperatuur van de waterstof laag genoeg te houden zodat het vloeibaar blijft', legt Bremmers uit. Kloosterman vertelt dat de tank in de cockpit op de plek van de passagiersstoel wordt geïnstalleerd. 'Dit brengt extra risico's met zich mee: waterstof is kleur- en geurloos, licht ontvlambaar en als het zich ophoopt in een ruimte kan er een explosief mengsel ontstaan. Aan het beheersen van die risico's besteden we veel aandacht, bijvoorbeeld door gebruik te maken van automatische afsluitkleppen en detectiesystemen en door ventilatiemogelijkheden in te bouwen.'



De brandstofcel wordt onder het vliegtuig geplaatst, in een zogenoemde 'belly fairing'. De brandstofcel werkt door de chemische reactie tussen waterstof en zuurstof, waarbij elektriciteit wordt opgewekt voor de elektromotor. 'Bij die reactie komt ook water en veel warmte vrij', geeft Bremmers aan. 'Bij een traditionele vliegtuigmotor wordt de warmte via de grote hoeveelheid lucht die door de motor stroomt, afgevoerd via de uitlaat. Een brandstofcelsysteem werkt heel anders en moet gekoeld worden met een apart systeem,

'Vliegen op waterstof is haalbaar, en daarvoor hebben we groene waterstof nodig'



waar ook luchttoevoer en afvoer voor nodig zijn. Dat koelsysteem hebben we ontworpen en ook tussentijds getest in onze windtunnels', vertelt Bremmers.

Groene waterstof

PHYREX is gericht op de integratie van waterstoftechnologie in vliegtuigen. 'Om bij te dragen aan klimaatneutrale luchtvaart, is het belangrijk dat die waterstof groen is: opgewekt uit hernieuwbare energie', geeft Kloosterman aan. 'Dat ligt buiten de expertise van NLR. Met onze ontwikkelingen, en die van andere luchtvaartpartijen, geven we echter wél een signaal af aan waterstofproducenten: vliegen op waterstof is haalbaar, en daarvoor hebben we groene waterstof nodig.'

Voorlopers

PHYREX is meer dan een demonstratieproject. Het levert kennis op die gebruikt kan worden voor de ontwikkeling van toekomstige waterstofvliegtuigen en voor nieuwe veiligheidsregels. Die zijn er namelijk nog niet. De kennis opgedaan in het PHYREX-project is ook interessant voor luchtvaartautoriteiten. 'Wij zijn in gesprek met de Inspectie Leefomgeving en Transport over regelgeving rondom deze innovatie zodat die zo spoedig mogelijk kan worden toegepast in de civiele luchtvaart', sluit Kloosterman af. ■

Wie: NLR, Zepp.solutions en Cryoworld.

Looptijd: 2023 tot en met 2027.

Budget: 5 miljoen euro, gefinancierd door NLR en Luchtvaart in Transitie.

Vervolg: kennis opgedaan in het PHYREX-project is waardevol voor andere projecten, zoals het HAPSS-project, geleid door Conscious Aerospace en gefinancierd uit groeifondsprogramma Luchtvaart in Transitie. Binnen het HAPSS-project wordt een bestaand passagiersvliegtuig, de DASH 8, omgebouwd voor vliegen op waterstof, maar dan op flink grotere schaal dan PHYREX. Geleerde lessen over veiligheid dragen bij aan nieuwe regelgeving voor gebruik van waterstof in de luchtvaart.

De onzichtbare vervuiler zichtbaar maken

Een methaanlek is vanaf de grond vaak onzichtbaar, maar vanuit de ruimte niet. Met Sentinel-5, een nieuw satellietinstrument waaraan TNO meebouwde, worden sporengassen wereldwijd nauwkeurig gemeten en vervuilingsbronnen sneller opgespoord. ▶



De Sentinel-5 werd op 13 augustus 2025 gelanceerd aan boord van een satelliet.

TNO

Probleem: sporengassen beïnvloeden luchtkwaliteit en klimaat, maar zijn lastig wereldwijd in kaart te brengen.

TO2-oplossing: TNO ontwikkelde mee aan het meetinstrument Sentinel-5, dat sporengassen vanuit de ruimte nauwkeurig meet.

Impact: methaanlekken en andere vervuilingsbronnen kunnen sneller worden opgespoord. Ook ontstaat een veel nauwkeuriger beeld van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen.

Aanvankelijk merkte niemand het, maar per ongeluk lekte er per jaar 27.500 ton methaan de atmosfeer in vanuit een installatie in een olieveld in Hassi Messaoud in Algerije. Methaan is een krachtig broeikasgas: de jaarlijkse uitstoot stond gelijk aan de CO_2-uitstoot van ongeveer 500.000 personenauto's. De gaspluim dook op in satellietbeelden, de verantwoordelijke nationale oliemaatschappij kreeg een melding, en het lek is gedicht: sinds 2024 is er op satellietbeelden geen pluim meer te zien. Dat is vooruitgang, maar wereldwijd zijn er nog duizenden methaanbronnen, bij olie- en gasvelden, pijpleidingen, vuilnisbelten en fabrieken. Naar schatting is methaan verantwoordelijk voor een derde van de klimaatverandering.

Sentinel-5

Satellieten worden steeds vaker ingezet om methaanlekken op te speuren. TNO bouwde mee aan het meetinstrument Sentinel-5, onderdeel van het Europese Copernicus-aardobservatieprogramma van de Europese Commissie, een groeiende vloot van satellieten die de toestand van de atmosfeer in kaart brengen. 'Sentinel-5 werd op 13 augustus 2025 gelanceerd aan boord van de satelliet MetOp-SG-A1, we zijn nu bezig met de 'commissioning': het inregelen en in de vingers krijgen van de metingen', vertelt Ton Marée, business developer bij TNO en nauw betrokken bij het team dat onderdelen bouwde voor het ruimtemeetinstrument, dat naast methaan ook ozon, stikstofdioxide, zwaveldioxide, formaldehyde, glyoxal, aerosolen en koolmonoxide in de atmosfeer kan detecteren. Marée: 'Dat zijn allemaal 'trace gases', sporengassen in het Nederlands, gassen die in de atmosfeer in een heel kleine concentratie voorkomen, maar die wel grote invloed hebben op luchtvervuiling of klimaatverandering.' Zo speelt stikstofdioxide een rol bij luchtvervuiling en klimaatverandering, aerosolen hebben invloed op het klimaat en weerprocessen, zwaveldioxide is een ingrediënt van rookgassen en vulkaanuitbarstingen, en ozon werkt juist als bescherming tegen UV-licht. 'Meten is weten', zegt Marée, 'deze metingen kunnen mensen bewust maken van de effecten van de uitstoot van gassen in de atmosfeer, zodat we er iets tegen kunnen doen.'

Tweedimensionale kaart

Eenvoudig is die taak niet. De atmosfeer bestaat voor het grootste deel uit zuurstof (21 procent) en stikstof (78 procent), de sporengassen maken daar maar een heel klein deel van uit. 'Met de satelliet meten we zonlicht dat gereflecteerd wordt door de atmosfeer. De sporengassen absorberen licht van bepaalde golflengten, dus uit het licht kun je afleiden welke sporengassen die absorptie veroorzaken', legt Marée uit. In de satelliet wordt het gereflecteerde zonlicht opgesplitst in verschillende golflengten. Zo ontstaat een unieke 'vingerafdruk' van ieder sporengas. In dat golflengteprofiel zijn de vingerafdrukken van de verschillende sporengassen te detecteren. 'Elke 24 uur brengt het de hele aarde in kaart', zegt Marée. Sentinel-5 meet op elk moment alleen een dunne reep atmosfeer, maar doordat de satelliet de aarde onder zich 'scant', ontstaat er een tweedimensionale kaart.



'Sporengassen hebben een grote invloed op luchtvervuiling of klimaatverandering'

Ton Marée van TNO.

Veertien satellieten

Sentinel-5 staat niet op zichzelf. Nederland heeft een lange traditie in het meten van sporengassen vanuit de ruimte. TNO werkte eerder mee aan instrumenten als SCIAMACHY, OMI en Tropomi. Sentinel-5 bouwt daarop voort en is onderdeel van het Europese Copernicus-programma, dat met een groeiende vloot satellieten de aarde en de atmosfeer in kaart brengt. Na Tropomi is Sentinel-5 de volgende stap, vergelijkbaar maar wel weer gevoeliger en ▶

'Sentinel ontdekt de pluim; TANGO zoomt vervolgens in'

krachtiger dan zijn voorganger. 'Elke keer dat we een instrument maken hebben we de ambitie wel om zaken beter te kunnen meten', zegt Marée. Bijvoorbeeld: de spiegels van de telescoop, die het licht op de spectrometer richten, zijn gemaakt van aluminium met een dun laagje nikkel. Marée: 'Dat laagje is nu weer gladder dan bij Tropomi. Waar de maximale ruwheid eerst 1 nanometer was (een miljoenste millimeter), is die nu 0,7. Hoe gladder de spiegels, hoe minder het licht binnen de telescoop verstrooid wordt, hoe beter het signaal, dus hoe gevoeliger de detectie.' Daarnaast heeft Sentinel-5 twee telescopen in plaats van één, en vijf spectrometerkanalen in plaats van vier: twee in infraroodlicht, een in zichtbaar licht, en twee in ultraviolet licht. Anders dan Tropomi is Sentinel-5 aanbesteed vanuit de Europese ruimtevaartorganisatie ESA in opdracht van de Europese Commissie, met bijdragen uit verschillende landen. De meteorologische EUMETSAT beheert de satelliet. Marée: 'Omdat Nederland veel ervaring heeft met astronomie zijn wij benaderd voor de telescopen, en voor een van de spectrometerkanalen in het ultraviolette spectrum.' Naast verbetering en innovatie is ook continuïteit van meetdata van belang. Om die reden liggen er al drie vergelijkbare instrumenten op de plank om in de toekomst gelanceerd te worden. Marée: 'De officiële levensduur van de instrumenten is 7,5 jaar. Er zijn nog twee exemplaren – de volgende wordt in 2030 gelanceerd – dus in totaal kunnen we 21 jaar vooruit. Maar je wilt ook dat er iets klaarstaat voor als er onverwacht iets misgaat.'

TANGO-satellieten

Aanvullend op de satellieten die de hele aarde in de gaten houden, is er ook de ontwikkeling van twee TANGO-satellieten, die vanaf 2028 gelanceerd moeten worden en gericht kunnen inzoomen op bronnen van CO_2, methaan en stikstofdioxide. De resolutie van Sentinel-5 is niet hoog genoeg om individuele fabrieken, pijpleidingen of installaties aan te wijzen als bron: een 'pixel' met 7,5 bij 7,5 kilometer. Marée: 'Het idee is dan dat Sentinel-satellieten de pluim ontdekken, en dat TANGO vervolgens kan inzoomen om te achterhalen waar het gas precies vandaan komt.' Inmiddels heeft UNEP, de milieutak van de Verenigde Naties, een programma opgetuigd waarin landen en bedrijven meldingen krijgen van methaan- en andere lekken en vervuilingsbronnen, zodat die gedicht kunnen worden. Daarnaast zullen de Sentinels steeds preciezer de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen als methaan en andere emissies in kaart brengen, getallen die nu nog sterk leunen op schattingen, berekeningen en modellen. Marée: 'Sentinel-5 levert een directe bijdrage met harde informatie, voor een toekomst met minder luchtvervuiling en klimaatverandering. Zoals in Algerije: een onzichtbaar methaanlek dat dankzij satellietmetingen kon worden opgespoord en gedicht.' ■

Meer lezen over Sentinel 5

Wie: TNO, ESA, Airbus Defence and Space, SRON, KNMI, EUMETSAT.

Looptijd: nominale levensduur van Sentinel-5 loopt tot 2030.

Vervolg: verdere uitbreiding van het Copernicus-programma voor aardobservatie.



TNO-collega tijdens het testen van een van de telescopen.

Hoe maak je een luchthaven emissievrij?

Binnen het Europese project TULIPS test Schiphol samen met TNO en andere partijen oplossingen, van schone vliegtuigtrekkers op waterstof, mobiele stroomunits, emissievrije zones en een autoluw Schiphol. ‘Wat we op Schiphol leren, kan ook andere luchthavens helpen verduurzamen.’ ▶



Yashar Araghi van TNO.

TNO, NLR

Probleem: luchthavens veroorzaken niet alleen uitstoot door vliegverkeer. Ook vervoer van en naar de luchthaven draagt bij aan de CO_2-uitstoot. Om de klimaatdoelen te halen, moeten ook die activiteiten veel duurzamer worden.

T02-oplossing: binnen het Europese TULIPS-project onderzoekt TNO hoe de uitstoot op en rond Schiphol kan worden verminderd, zowel aan de landzijde als aan de luchtzijde van de luchthaven. Door fossiele auto's in en rondom Schiphol te vervangen door elektrische auto's, treinreizen te stimuleren en bagage voor reizigers naar de luchthaven te brengen, probeert TULIPS alle reisactiviteiten van en naar Schiphol in 2030 emissievrij te maken.

Impact: de resultaten en geteste methodes helpen Schiphol om keuzes te maken voor een duurzame luchthaven. De kennis wordt uitgewisseld met andere Europese luchthavens.

De Nederlandse luchtvaartsector was in 2024 verantwoordelijk voor 6,6% van de totale uitstoot van de Nederlandse economie. Het brandstofverbruik van vliegtuigen is de meest voor de hand liggende oorzaak. Maar ook het vervoer van en naar het vliegveld van miljoenen reizigers draagt bij aan uitstoot. '53 procent van die reizen vindt plaats met auto's via de weg', vertelt Yashar Araghi, onderzoeker economie en consumentengedrag bij TNO.

Emissievrije zones

TULIPS richt zich zowel op activiteiten op de luchthaven als op het vervoer ernaartoe. 'Zo wordt er gekeken naar elektrische *ground power units*. Dit is een mobiele stroomunit die vliegtuigen van elektriciteit voorziet, zodat vliegtuigen als ze stilstaan, niet hun eigen brandstofmotor hoeven te gebruiken voor stroom.' In 2025 zijn er ook voertuigen op waterstof getest die vliegtuigen op Schiphol verplaatsen. TNO richt zich binnen het project op de enorme stroom aan reizigers die van en naar Schiphol reizen. Zo'n 43 procent reist al met het openbaar vervoer. Araghi en zijn collega's bij TNO onderzochten welke maatregelen dat aandeel verder kunnen vergroten en hoeveel uitstoot daarmee kan worden bespaard.

Vier scenario's

Om dit percentage te verhogen rekenden Araghi en collega's, in samenwerking met partners zoals BAM en Fraunhofer (het Duitse TNO), vier scenario's door. Een emissievrije zone rond Schiphol bleek veel effect te hebben. 'We zagen in dit model dat de CO_2-uitstoot van mobiliteitssector rondom Schiphol met ruim 32 procent werd verminderd.' Het verlengen van de Noord/Zuidlijn vanaf Amsterdam Zuid tot Hoofddorp en toevoegen van meer intercitytreinen naar Schiphol (in plaats van sprinters) leverde weinig extra winst op. Een andere optie is dat reizigers al inchecken bij hun lokale treinstation, met bagage en al. 'Die wordt vervolgens apart naar de juiste vlucht gebracht. Vooral reizigers die verder van Schiphol wonen, zouden daardoor eerder voor de trein kunnen kiezen.' Door fossiele auto's rondom Schiphol te verbannen, vermindert lokaal de uitstoot op Schiphol. Maar het model laat tegelijkertijd een ongewenst neveneffect zien: als automobilisten hun auto verder weg parkeren, verschuift een deel van de uitstoot naar een andere plek.



'Geen enkele luchthaven kan deze transitie alleen maken'

Lighthouse airport

Schiphol geldt binnen het TULIPS-project als *lighthouse airport*; een proeftuin waar innovaties in de praktijk worden getest. Ook Turijn (Italië), Larnaca (Cyprus) en Oslo (Noorwegen) zitten aan tafel om ervan te leren en bespreken hoe ze dit in hun regio kunnen toepassen. 'Ook andere Europese luchthavens die niet deelnemen aan het TULIPS-project kunnen profiteren van de resultaten van dit project. Zo volgde Warsaw Chopin Airport de ontwikkelingen en resultaten van TULIPS nauwgezet. Zij bereiden zich voor op grootschalige uitbreidingen, waaronder de modernisering van de passagiersterminal. De luchthaven overwoog daarbij om de binnen TULIPS ontwikkelde scenario's en beleidsmaatregelen mee te nemen in haar eigen ontwikkelingsplannen.' Uiteindelijk gaat het niet om één maatregel, maar om de combinatie van innovaties en de mogelijkheid om succesvolle oplossingen op te schalen. Araghi: 'Geen enkele luchthaven of partij kan deze transitie alleen maken. Juist door kennis uit te wisselen en de geleerde lessen mee te nemen kunnen we innovaties sneller opschalen en sneller toewerken naar een klimaatneutrale luchtvaartsector.' ■

Meer lezen

Wie: TNO, Schiphol, NLR, TU Delft, KLM, Partner vliegvelden Oslo, Turijn, Larnaka en andere partijen over heel Europa.

Looptijd: januari 2022 tot december 2026.

Budget: 31,87 miljoen. EU-bijdrage 25 miljoen verdeeld over 17 demonstraties, 3 vliegvelden en 31 partijen.

Duurzame energie met oog voor de natuur

De energietransitie is hard nodig. Maar wat betekenen windmolens, drijvende zonnepanelen, ondergrondse winning en aquathermie voor de natuur? Binnen het project KEEN onderzocht Deltares, samen met KWR, TNO en WUR hoe we hernieuwbare energieopwekking kunnen inzetten zonder ecosystemen te schaden. ▶

Sacha de Rijk van Deltares.

DELTARES, TNO, WUR

Probleem: voor nieuwe energietechnologieën ontbreekt vaak kennis over de effecten op natuur en biodiversiteit. Die kennis is nodig om goede besluiten over vergunningen te nemen en de energietransitie in lijn te brengen met de Europese ambities voor biodiversiteit.

TO2-oplossing: de ecologische effecten van aquathermie, van zonnepanelen op land en op water en van windenergie worden door Deltares, TNO, WUR en KWR in kaart gebracht door middel van veldwerk, berekeningen en het zenderen van roofvogels.

Impact: dit helpt vergunningsverleners, zoals waterschappen, provincies en Rijkswaterstaat, om energieprojecten beter te beoordelen. Zo wordt voorkomen dat hernieuwbare energieopwekking ongewenste ecologische gevolgen heeft of de energietransitie vertraagt.

Energie winnen uit water, op land en uit de ondergrond heeft gevolgen voor het ecosysteem. Zo nemen bijvoorbeeld drijvende zonnepanelen zonlicht weg en haalt aquathermie warmte uit oppervlaktewater. Daardoor kunnen leefomstandigheden voor planten en dieren veranderen. Om beter te begrijpen wat deze effecten zijn, zijn deze gemeten bij bestaande energieprojecten. Deltares onderzocht onder andere de invloed van aquathermie (energiewinning door temperatuurverschil in water) op de waterkwaliteit en het onderwaterleven.

Waterkwaliteit

De kennis is nodig. Waterbeheerders, zoals waterschappen, provincies en Rijkswaterstaat, willen weten welke gevolgen nieuwe energietechnologieën hebben voor de natuur, voordat zij vergunningen afgeven. Een van de onderzochte technieken is aquathermie. Daarbij wordt water uit een meer of plas opgepompt en gefilterd, waarna warmte wordt onttrokken of toegevoegd. ‘Daardoor veranderen de temperatuur en de samenstelling van het water’, legt Sacha de Rijk uit, expert ecologie en waterkwaliteit bij Deltares en projectleider bij KEEN. Deltares deed veldwerk bij de Plas van Van Buijsen bij Pijnacker om de invloed van deze temperatuurschommeling en filtratie te bekijken op plankton, de kleine organismen die de basis vormen van het voedsel voor veel vissen en andere waterdieren. ‘Uit het onderzoek bleek dat filtratie slechts beperkte gevolgen heeft voor plankton’, zegt De Rijk. Daadwerkelijke metingen van de effecten van de temperatuurveranderingen waren in dit eerste jaar niet mogelijk voor de onderzoekers. Het is wel gelukt om het benodigde meetinstrument – een kabel met temperatuursensoren op de bodem van het meer – te installeren. Om de leefomstandigheden van plankton te bepalen, gebruikten onderzoekers modelberekeningen. Een vervolgonderzoek kan meer inzicht geven in de gevolgen van aquathermie voor de waterkwaliteit op langere termijn. ‘Om ecologische effecten goed te kunnen beoordelen, zijn meetreeksen van meerdere jaren nodig’, aldus De Rijk. ‘We zouden nog meer kennis kunnen opdoen als we nog een paar jaar in de lente en zomer kunnen blijven meten.’



Meetinstrument

Niet alleen temperatuur, maar ook de hoeveelheid licht speelt een belangrijke rol in het ecosysteem onderwater. Deltares en TNO onderzochten hoeveel licht onder drijvende zonneparken het water nog bereikt. Daarbij gebruikten de onderzoekers het door TNO ontwikkelde BIGEYE-model om de lichtinval onder verschillende

Kracht van KEEN

Binnen KEEN onderzocht TNO onder meer de invloed van hoge temperatuur warmteopslag op de grondwaterkwaliteit. Daarnaast ontwikkelde TNO modellen om de ecologische effecten van nieuwe energietechnologieën beter te voorspellen. Volgens Mariëlle Koenen ligt de kracht van KEEN in de samenwerking: ‘Iedere partner brengt een eigen expertise en invalshoek mee. Door die kennis te combineren, kunnen we beter bepalen waar en onder welke voorwaarden nieuwe energietechnologieën veilig kunnen worden toegepast, zonder de natuur uit het oog te verliezen.’

'Filtratie heeft slechts beperkte gevolgen voor plankton'



Deltares deed veldwerk bij de Plas van Buijsen om de invloed van temperatuur-schommelingen te bekijken op plankton.

opstellingen van zonnepanelen te berekenen. 'Sinds KEEN weten wij dat voor gezond onderwaterleven 20 procent van de water-oppervlakte bedekt mag zijn, tegenover de 50 procent die nu kan voorkomen bij zonneparken', aldus De Rijk.

Buizerds en windparken

KEEN onderzocht ook de effecten van duurzame energie op dieren, zowel op het land als in de lucht. Binnen het project bestond de zorg dat roofvogels, zoals buizerds, vaker met windmolens in botsing zouden komen als er ook zonnepanelen in de buurt lagen. De Rijk: 'Helaas vliegen vogels wel eens in windmolens, maar door zonne-panelen in de buurt zou dit een groter risico zijn.' Karen Krijgsveld van WUR: 'Zonnepanelen warmen op door de zon en veroorzaken plaatselijk opstijgende warme lucht. Deze thermiek is aantrekkelijk voor roofvogels, zoals buizerds. WUR plaatste zenders op de buizerds en TNO ontwikkelde modellen van lokale luchtstromen. Zo konden de onderzoekers vaststellen hoe de vogels zich rond zonneparken en windmolens verplaatsen. Daaruit bleek dat de warme lucht zich juist van de windmolens af beweegt, waardoor de buizerds veiliger bleken dan vooraf werd gedacht. De resultaten helpen overheden om duurzame energieprojecten zo in te richten dat de gevolgen voor de natuur beperkt blijven.' ■

Wie: Deltares, TNO, Kennisinstituut voor Water (KWR), WUR, ministerie van Economische Zaken en Klimaat, TKI Urban Energy, Rijksdienst voor Onder-nemend Nederland.

Looptijd: 2024-2026.

Budget: 800.000.

Vervolg: onderzoek voor een periode van vijf jaar volgt om betrouw-bare uitspraken te doen, bijvoorbeeld om de gevolgen te meten van aquathermie voor de waterkwaliteit op langere termijn.



Fast Track brengt ondernemers en onderzoekers samen

Innovatieve mkb'ers kunnen sinds kort terecht bij de WUR Fast Track, in navolging van TNO. Via een loket op de website krijgen ondernemers snel toegang tot expertise en testfaciliteiten. Het doel: kennis sneller toepassen in producten en diensten en uiteindelijk de samenleving verbeteren. ▶

WUR hielp het bedrijf Grassa, dat eiwitten uit gras haalt voor voedsel en de stikstofuitstoot vermindert.

WUR, TNO

Probleem: Nederland beschikt over veel kennis en hoogwaardige onderzoeksfaciliteiten, maar innovatieve mkb-bedrijven die ondersteuning zoeken, weten deze vaak niet goed te vinden.

TO2-oplossing: via een intake brengt de Fast Track ondernemers snel in contact met de juiste experts, laboratoria of andere kennispartners.

Impact: ondernemers kunnen hun innovaties sneller testen, ontwikkelen en naar de markt brengen.



Mkb-bedrijven die een innovatie ontwikkelen, hebben vaak vragen: zitten we op de goede weg en werkt het idee? De Fast Track kan hierbij helpen. Dit is een snelle werkwijze voor startups, scale-ups en andere innovatieve mkb-bedrijven. Wageningen University & Research startte er dit jaar mee en liet zich daarbij inspireren door TNO. WUR en TNO zijn beide onderdeel van de TO2-federatie. 'We hoorden enthousiaste verhalen van TNO over de Fast Track', vertelt Gerlinde van Vilsteren, projectmanager waardecreatie bij WUR. 'We werken al veel met het mkb en besloten dit voorbeeld te volgen, omdat de methode zich bij TNO al heeft bewezen en goed aansluit bij de behoefte van ondernemers.' TNO deelde vervolgens de ervaringen met WUR, vertelt Nienke Dijkstra, marktdirecteur startups, scale-ups en mkb bij TNO en eerder zelf ondernemer. 'Ik ben heel blij dat WUR hier ook mee is gestart. Zo kunnen we ondernemers nog beter helpen.'

'Het is niet altijd makkelijk om op het juiste moment de juiste expertise te vinden'

Praktische oplossing

WUR richt zich vooral op de agri-foodsector en leefomgeving, TNO op verschillende andere sectoren en kennisgebieden. 'In Nederland is veel kennis en infrastructuur beschikbaar', zegt Dijkstra, 'maar het is niet altijd makkelijk om op het juiste moment de juiste expertise te vinden.' Dat herkent Van Vilsteren: 'Als een doorverwijzing lang duurt, is een mkb'er misschien al afgehaakt.' Bij de Fast Track gaat

'Als de vraag heel complex is, komt er een vervolgsessie'

dat sneller. De medewerkers hebben goed in beeld welke expert of welk laboratorium waar zit. Samenwerken met een mkb-bedrijf is anders dan met een groot bedrijf, legt Dijkstra uit: 'Grote bedrijven zijn gewend aan langjarige, kostbare onderzoeksprojecten, mkb'ers willen juist snel een betaalbare oplossing.' Van Vilsteren voegt eraan toe: 'Ondernemers willen gewoon weten: hoe krijg ik die kennis toegepast in mijn product of markt?'

Doorverwijzing

Tijdens een korte intake scherpen medewerkers de vraag aan en koppelen zij het bedrijf vervolgens aan de juiste experts. Vaak helpt een gerichte verwijzing al, bijvoorbeeld naar een artikel, rapport, cursus of symposium. Van Vilsteren: 'Het is een kwestie van meedenken, mensen op weg helpen. En als de vraag heel complex is, komt er een vervolgsessie.' Soms kan WUR of TNO niet helpen. Dan krijgt de ondernemer een warme doorverwijzing naar een andere organisatie, kennisinstelling of bedrijf.

Maatschappelijke transities

Met de Fast Track dragen WUR en TNO bij aan maatschappelijke opgaven, benadrukken de geïnterviewden. Eerdere samenwerkingen tussen WUR en het mkb laten dat zien. Zo hielp WUR het bedrijf Grassa, dat eiwitten uit gras haalt voor voedsel en de stikstofuitstoot vermindert. Tests naar het eiwitgehalte brachten het bedrijf dichter bij de markt. Verder hielp WUR onder andere Munckhof Fruit Tech Innovators om verspilling van gewasbeschermingsmiddelen te voorkomen en kosten te besparen. De bedrijven waarmee TNO via de Fast Track samenwerkt, werken ook aan oplossingen voor maatschappelijke vraagstukken. Zo ontwikkelt Ore Energy duurzame batterijen, maakt The Protein Brewery alternatieven voor dierlijke eiwitten en ondersteunt Momo Medical zorgmedewerkers in verpleeghuizen met technologie. Dankzij tests en advies van TNO komen deze innovaties sneller op de markt. Ook kennisinstellingen profiteren van de Fast Track. 'Het is een goede valorisatieroute om kennis sneller in de praktijk toe te passen', licht Dijkstra toe. 'Collega's krijgen veel energie van dit soort vragen, omdat ze al binnen een dag waarde kunnen toevoegen.' Van Vilsteren: 'Samen in de modder in het veld of het lab puzzelen en daar gezamenlijk trots op zijn.'



WUR ondersteunt Munckhof Fruit Tech Innovators om verspilling van gewasbeschermingsmiddelen te voorkomen.

Europese onafhankelijkheid

Van Vilsteren wijst erop dat het mkb heel belangrijk is voor de economie en dat de Fast Track daar dus ook aan bijdraagt. 'Startups en scale-ups spelen eveneens een belangrijke rol binnen de EU.' De Europese Commissie versterkt de positie van startups en scale-ups met allerlei programma's en regelingen om het verdienvermogen en de onafhankelijkheid van Europa te stimuleren. De eerste mkb'ers hebben zich gemeld voor de WUR Fast Track, en er zijn al gesprekken geweest. Afgelopen jaar waren er ruim 700 intakes bij TNO en zijn 182 projecten succesvol afgerond. Dijkstra zegt tot slot: 'Er zijn heel wat ondernemers die hard werken om goede dingen te doen voor de maatschappij. Zo makkelijk is het niet om dat succesvol te doen. Wij kunnen ze ondersteunen met onze kennis en faciliteiten.' ■

WUR Fast Track

TNO Fast Track

Wie: Wageningen University & Research en TNO.

Looptijd: sinds 2026 bij WUR, al drie jaar bij TNO.

Stiller varen zonder extra brandstof

Het is herrie onderwater. Voortdurend scheepvaartgeluid verstoort het zeeleven. Binnen het Europese project SATURN ontwikkelde MARIN een ontwerptool voor stillere en zuinigere scheepsschroeven en paste deze toe om een schroef voor een veerboot te ontwerpen. Daarnaast onderzocht het de inzet van luchtbellen om onderwatergeluid te verminderen. ▶



Johan Bosschers van MARIN.

MARIN, TNO

Probleem: de scheepvaart zorgt voor steeds meer onderwatergeluid. Dat verstoort het zeeleven: dieren raken gedesoriënteerd en hebben moeite om met elkaar te communiceren en voedsel te vinden. Tegelijkertijd zijn maatregelen om schepen stiller te maken kostbaar of leiden tot een hoger brandstofverbruik.

TO2-oplossing: binnen SATURN ontwikkelde MARIN een ontwerptool waarmee scheepsontwerpers de beste balans kunnen vinden tussen een stillere schroef en een laag brandstofverbruik. Daarnaast onderzocht MARIN hoe luchtbellen rond de schroef en onder de romp het onderwatergeluid kunnen verminderen.

Impact: de opgedane kennis helpt scheepsbouwers en reders om beter onderbouwde keuzes te maken voor stillere schepen.

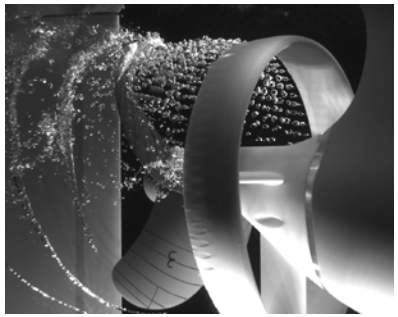
Onderzoekers krijgen steeds meer oog voor de gevolgen van onderwatergeluid voor het zeeleven. Harde geluidsbronnen, zoals heien, staan al langer in de belangstelling vanwege de schade die ze kunnen veroorzaken. 'Onderwatergeluid van schepen kreeg lange tijd weinig aandacht', vertelt Johan Bosschers, Senior Researcher bij MARIN. 'Sinds 2008 moeten Europese landen ook rekening houden met onderwatergeluid bij het beschermen van de kwaliteit van zeeën en oceanen (vastgelegd in het Marine Strategy Framework Directive). Dit heeft geleid tot regelgeving voor heien op zee. Regelgeving voor scheepsgeluid ontbreekt nog, omdat niet duidelijk is welk geluidsniveau aanvaardbaar is. 'Aan de onderzoekers van SATURN was het de taak uit te zoeken wat een aanvaardbaar geluidsniveau is en welke oplossingen het meest stil en brandstofefficiënt zijn.'

Imploderende waterbellen

'Cavitatiegeluid is momenteel een van de belangrijkste bronnen van onderwatergeluid', legt Bosschers uit. 'Als een scheepsschroef draait, ontstaan door drukverlaging kleine dampbellen. Zodra de waterdruk weer toeneemt, storten de dampbellen in. Dat veroorzaakt het karakteristieke onderwatergeluid van een scheepsschroef. Dat verschijnsel heet cavitatie.' Door aanpassing van de schroefgeometrie kan cavitatiegeluid gereduceerd worden, maar zo'n schroef gebruikt meer brandstof. MARIN onderzocht een methode om het cavitatiegeluid te verminderen door luchtbellen vlak bij de schroef in het water te blazen. Die luchtbellen zorgen ervoor dat de dampbellen minder hard imploderen, waardoor ook het onderwatergeluid afneemt. Testen met een modelschroef in MARIN's Depressurised Wave Basin, een unieke onderzoeksfaciliteit waar scheepsmodellen onder realistische omstandigheden worden getest, laten veelbelovende resultaten zien. 'Wel moet de techniek om de luchtbellen op de juiste plek in de waterstroming te brengen nog verder worden verbeterd.'

Marineschepen

Luchtbellen kunnen niet alleen het geluid van de schroef verminderen, maar ook het geluid van de machinekamer. Daarbij worden luchtbellen onder de romp van het schip geblazen. De luchtbellen vormen een isolerende laag die voorkomt dat geluid zich via de romp onder water verspreidt. De techniek is niet nieuw, vertelt



'Als een scheepsschroef draait, ontstaan door drukverschillen kleine dampbellen'

Bosschers: 'Amerikaanse marineschepen maken er al gebruik van, maar daarover is weinig openbare informatie beschikbaar. Onderwatergeluid van marineschepen is namelijk vertrouwelijk, omdat onderzeeboten die informatie kunnen gebruiken om een schip te detecteren.' Het inblazen van lucht onder de romp wordt al gebruikt om de weerstand van het schip te verlagen (luchtsmering), maar deze proeven laten zien dat luchtsmering ook het onderwatergeluid kan verminderen. Daardoor is minder brandstof nodig en wordt het onderwatergeluid verlaagd.

CO_2-uitstoot

De maatregelen voor een stiller schip zijn niet altijd gunstig voor het brandstofverbruik. Sommige aanpassingen verminderen het onderwatergeluid, maar verhogen juist de weerstand en daarmee de CO_2-uitstoot en de operationele kosten. Daarom ontwikkelde MARIN een ontwerptool waarmee schroefontwerpers al in een vroeg stadium verschillende ontwerpkeuzes kunnen afwegen. Zo vinden zij de beste balans tussen geluidsreductie en brandstofverbruik, nog voordat een schip wordt gebouwd. ■

Bekijk de video

Wie: MARIN, TNO en diverse Europese maritieme partners.

Looptijd: 1 februari 2021 tot 30 juni 2025.

Vervolg: het project leidde tot gesprekken met leveranciers over de toepassing van deze technieken in toekomstige scheepsontwerpen.

De maritieme sector pakt dit op.

AI-interface brengt overzicht in het boerenbedrijf

Strengere ecologische eisen, arbeidstekorten, stijgende kosten en klimaatverandering maken het boerenbedrijf complexer. Om efficiënt te werken, gebruiken boeren steeds meer digitale systemen en robots. ‘Het probleem is dat systemen op het bedrijf niet met elkaar communiceren, dat gaat via het hoofd van de teler’, zegt senior onderzoeker Paul van Zoggel. WUR ontwikkelt daarom interfaces die alle reguliere en AI-informatie samenbrengen. ▶



Trabotyx bestrijdt onkruid met een laser, zonder chemische middelen.

WUR

Probleem: boeren werken steeds vaker met uiteenlopende technologieën en grote hoeveelheden data om effectief te telen en om te gaan met arbeidstekorten, regeldruk, concurrentie en klimaatverandering. Dat maakt het werk complex en tijdrovend.

TO2-oplossing: WUR brengt data van machines, gewassen en de omgeving samen en gebruikt AI om die informatie slim te verbinden. Systeemonderzoek zorgt voor integrale oplossingen voor boeren die vervolgens via één interface met robots in hun bedrijf werken.

Impact: boeren besteden minder tijd aan het bedienen van technologie, kunnen efficiënter werken, beter voldoen aan duurzaamheidseisen en beter onderbouwde beslissingen nemen.

Op een boerderij in het oosten van het land brandt de laser van Trabotyx onkruid weg. Chemische middelen zijn niet meer nodig voor onkruidbestrijding. Van herkennen naar gericht handelen: technologie maakt het steeds beter mogelijk om precies te zien wat een gewas nodig heeft. Als TO2-instelling werken we al meer dan tien jaar samen met het mkb aan die ontwikkeling. Bijvoorbeeld aan AI en beeldtechnologie om plantziekten vroeg en nauwkeurig te detecteren. Dat heeft bijvoorbeeld geresulteerd in de Potector300 van H2L, een autonome aardappelselectie-robot die ziekten en virussen in pootaardappelen opspoort en markeert, waarvan de eerste serie inmiddels in Nederland van de band rolt. Wageningen onderzoekt en valideert zowel de datasystemen, AI als de techniek van slimme machines om ze geschikt en betrouwbaar te maken voor de groene praktijk.

Milieudoelstellingen

Het werk op een boerenbedrijf is deze eeuw sterk veranderd. Telers zijn niet langer alleen verantwoordelijk voor de groei en gezondheid van hun gewassen, maar werken ook met een groeiend aantal machines, sensoren en satellietdata. Om te voldoen aan de milieudoelstellingen van de Europese Unie moeten boeren inzicht geven in de ontwikkeling van de biodiversiteit, bodem- en waterkwaliteit. Tegelijkertijd zijn boerderijen groter geworden, gaat een grote groep agrariërs met pensioen en zijn er weinig opvolgers. ‘Het is keihard werken en aardig complex’, legt Van Zoggel uit. ‘Elk jaar wordt het moeilijker om binnen de lijntjes te blijven.’ Machines, robots, software en data helpen steeds meer om een boerenbedrijf toekomstbestendig te houden, ziet hij. ‘Technologie maakt het werk lichter, preciezer, sneller én duurzamer.’ Telers zoeken naar de technieken die passen bij hun bedrijf en omgeving en experimenteren met nieuwe mogelijkheden. Door mee te ontwikkelen, vergroten ze hun kansen voor de toekomst. ‘We snappen steeds beter wat er in en om de plant gebeurt, daar kunnen we techniek op inrichten.’ Via verschillende loketten kunnen zij nieuwe machines en software uitproberen, zonder direct grote investeringen te hoeven doen. Een voorbeeld hiervan is de Nationale Proeftuin Precisielandbouw.

AI-interface per boer

De aansturing van de technologie en data gebeurt via verschillende softwaresystemen. Die worden wereldwijd ontwikkeld en kunnen nog niet goed met elkaar communiceren. Door de opkomst van AI komen er bovendien steeds meer systemen bij. Tien schermen tegelijk in de gaten houden is dan ook geen uitzondering. Van Zoggel en zijn collega’s willen daar verandering in brengen en ontwikkelen daarom een centrale interface die verschillende databronnen, systemen en slimme rekenmodellen met elkaar verbindt. WUR werkt hierin al jaren samen met de Brancheorganisatie Akkerbouw. ‘Zoals je nu met ChatGPT of Copilot een dialoog kunt voeren, zo gaat de teler straks met zijn eigen AI in gesprek’, licht Van Zoggel toe. ‘Door bijvoorbeeld een foto te maken van een zieke plant en te vragen: wat moet ik doen? In plaats van een adviseur te bellen, kunnen telers voor eenvoudig algemeen advies nu al bij AI terecht.’

Internationale datastromen

Nederlandse robot- en softwareontwikkelaars zien de hele wereld als hun markt. Een autonome stofzuiger gaat direct aan de slag als je de stroom aanzet, dat zou je met slimme werktuigen ook willen. Via onder meer TO2-trajecten draagt WUR ook bij aan de ontwikkeling van verschillende Europese onderzoeksprogramma’s die software, AI en machines in de praktijk testen en beter op elkaar laten aansluiten. Voorbeelden met AI en data zijn CEADS, AgData Partnership, AgrifoodTEF en AgriScienceFM. Van Zoggel: ‘Deze trajecten zijn complementair en harmoniseren technische mogelijkheden. Het doel is dat we minder afhankelijk worden van niet-Europese systemen en grondstoffen, zodat telers en ketens kunnen blijven verduurzamen en onze voedselzekerheid wordt versterkt.’

1500 boeren

Op verschillende niveaus, van gemeenten tot wereldwijde programma’s, werken partijen aan oplossingen voor deze vraagstukken. ‘Omdat we bij veel van deze trajecten betrokken zijn, kunnen we schakelen tussen verschillende niveaus’, zegt Van Zoggel. ‘Inmiddels ondersteunt onze groep meer dan tachtig techniekleveranciers en software-eigenaren met hun intelligente datatoepassingen en worden deze oplossingen dagelijks alleen al in Nederland door meer dan 1500 boeren gebruikt.’ Volgens hem zorgt het verbinden van systemen en AI-tools ervoor dat agrariërs beter samenwerken met hun directe omgeving. ‘Daarmee zijn we als maatschappij zowel ecologisch als economisch geholpen.’ ■

Wie: Wageningen University & Research.

Looptijd: 2026-2030. Innovatieprogramma *Robots naar de Boerenpraktijk*.

De kwelder als kustbeschermer

Een combinatie van dijken en kwelders kan bijdragen aan kustveiligheid en biedt tegelijk ruimte aan natuur. Maar hoe werkt dat precies? WUR onderzoekt al decennialang hoe deze begroeide stukken land aan zee zich ontwikkelen en kunnen bijdragen aan een klimaatbestendige kust. ▶

Marinka van Puijenbroek van WUR.

WUR, DELTARES

Probleem: Nederland blijft zich beschermen tegen overstromingen, zeker nu de zeespiegel stijgt. Tegelijkertijd is het van belang natuur en biodiversiteit te beschermen. Zo blijven onze kust-, delta- en zeegebieden veilig zijn én ecologisch en economisch toekomstbestendig.

T02-oplossing: WUR bedenkt oplossingen waarin techniek en natuur elkaar versterken. Bijvoorbeeld door kennis over kwelders te benutten voor kustbescherming en natuurontwikkeling.

Impact: kwelders bieden kustbescherming en leefgebied voor planten en dieren, slaan koolstof op en kunnen meegroeien met de zeespiegel.

Onderzoeker Marinka van Puijenbroek heeft haar laarzen aangetrokken en loopt met haar collega door het riet van de kwelder voor de kust van Ameland. Een velduil vliegt op. Bij de kronkelende kreek zien ze scholeksters en kluten. Ze meten sedimentatie door steeds de afstand van de bodem ten opzichte van een meetpaal te meten. Daarnaast bepalen ze voor elke plantensoort de specifieke bedekking. Via Google Earth gaan ze naar het volgende meetpunt. WUR monitort de sedimentatie en vegetatie van ruim 9.000 hectare kwelder in de Nederlandse Waddenzee. Kwelders worden bij hoogwater regelmatig overstroomd. Ze kunnen, net als duinen, golven dempen. In de Zeeuwse Delta worden ze ook wel schorren genoemd. Een deel van de kwelders is natuurlijk ontstaan en een deel is aangelegd. In het verleden gebeurde dat om land te winnen, tegenwoordig ook voor natuur- en kustbescherming.

Natuur als oplossing

WUR onderzoekt naast kwelders ook andere oplossingen waarin natuurlijke processen worden benut, zoals zeegrasvelden, schelpdierbanken en slim zandbeheer. Deze aanpak wordt ook wel *Building with Nature* genoemd. Kwelderonderzoeker Van Puijenbroek vertelt over de voordelen van kwelders. 'Ze zijn heel belangrijk voor de biodiversiteit. Er broeden veel beschermde vogels en er komen specifieke plantensoorten voor. Door kwelders zijn er in sommige gevallen minder hoge en brede dijken nodig, en ze verkleinen ook nog de kans op een dijkdoorbraak.' Kwelders vervullen bovendien verschillende functies. Ze leggen koolstof vast; planten nemen CO_2 op, waarna een deel van de koolstof wordt opgeslagen in het sediment. Tegelijkertijd vormen kwelders een natuurlijke buffer tegen het zoute zeewater. Ze beperken de hoeveelheid zeewater die via de bodem het achterliggende boerenland bereikt wat gunstig is voor de landbouw. Ook bieden ze ruimte voor begrazing, boeren laten er graag hun vee op grazen.

Nieuwe kwelder

Deze kennis is al in de praktijk toegepast. Bij Marconi Buitendijks bij Delfzijl werd in 2018 een nieuw kwelderlandschap aangelegd. Het project combineert een aangepaste zeedijk met een kwelder, een stadsstrand en ruimte voor natuur en recreatie.



'Door kwelders zijn er soms minder hoge en brede dijken nodig'

WUR-wetenschappers onderzochten of het technisch en ecologisch mogelijk was daar een kwelder aan te leggen. Vervolgens onderzochten ze hoe de kwelder het beste kon worden aangelegd, met hoeveel en welk sediment en hoe de vegetatie zich het beste kon ontwikkelen.

'We konden zand en slib hergebruiken uit vaargeulen die gebaggerd moeten worden'



Roggenplaatsuppletie in de Oosterschelde

De Roggenplaatsuppletie in de Oosterschelde is een ander voorbeeld van *Building with Nature*. In 2019 werd circa 1,1 miljoen m^3 zand op zeven delen van de Roggenplaat aangebracht om de gevolgen van 'zandhonger' tegen te gaan. Zo blijft de plaat langer droogvallen en blijft waardevol foerageergebied voor vogels behouden.
De vijfjarige monitoring laat zien dat deze aanpak werkt. Het voor vogels belangrijke areaal nam direct met 21% toe. Na vijf jaar was circa 17% van het aangebrachte sediment verdwenen, vooral op delen die sterk aan golfslag blootstaan. Op beschutte, fijn zandige delen herstelde het bodemleven binnen ongeveer twee jaar en ook vogels keerden geleidelijk terug.
De Roggenplaat heeft als geheel haar functie als foerageer- en rustgebied voor vogels en zeehonden behouden. De resultaten bieden waardevolle kennis voor toekomstige suppleties en andere natuurlijke oplossingen voor getijdengebieden.

Van Puijenbroek: 'We konden zand en slib hergebruiken uit vaargeulen die gebaggerd moeten worden en hebben één soort plant ingezaaid. Al snel groeiden er veel verschillende soorten planten.' WUR werkte hierin samen met Deltares. WUR bracht kennis over vegetatie en ecologie in; Deltares richtte zich op water, golven, sediment en veiligheid. Van Puijenbroek vertelt dat er vanuit landen met vergelijkbare kustecosystemen, zoals Duitsland, Denemarken en Engeland, veel interesse is in deze onderzoeksresultaten.

Zeespiegelstijging

Kwelders kunnen volgens Van Puijenbroek een belangrijke rol spelen bij het opvangen van de gevolgen van zeespiegelstijging. Door sediment vast te houden kunnen kwelders in hoogte toenemen en zo de zeespiegelstijging bijhouden. Als de zeespiegel sneller stijgt dan een kwelder kan meegroeien, kunnen planten uiteindelijk verdwijnen. Een mogelijke maatregel is extra slib – in de juiste samenstelling en hoeveelheid – naar een bestaande kwelder brengen. Hoe en wanneer dat werkt, onderzoekt ze in haar nieuwe onderzoek. ■

Wie: Wageningen University & Research, Deltares en NIOZ.

Looptijd: Onbepaald, vanaf de jaren tachtig.

Lees hier het volledige rapport en de resultaten

NLR

Internationale NAVO-oefening met drones bij NLR

NLR was in mei 2026 gastheer van de internationale NAVO-oefening Counter Unmanned Aircraft System Technical Interoperability Exercise (C-UAS TIE) in Marknesse. Tijdens de oefening testten militairen, kennisinstellingen en bedrijven uit verschillende NAVO-landen de nieuwste technologieën om drones te detecteren, volgen en neutraliseren. De nadruk lag op interoperabiliteit: het naadloos laten samenwerken van systemen uit verschillende landen.
Het was de eerste keer dat deze grootschalige oefening op het terrein van NLR plaatsvond. De unieke testfaciliteiten in Marknesse bieden een veilige omgeving om nieuwe technologieën onder realistische omstandigheden te testen. Daarmee levert NLR een directe bijdrage aan de ontwikkeling van innovatieve defensietechnologie en de versterking van de collectieve veiligheid binnen de NAVO.

Bekijk de video van de NAVO-oefening bij NLR.



NLR

NLR opent vernieuwde ACM3-faciliteit

Op korte termijn zal NLR de vernieuwde ACM3-faciliteit officieel openen. Dankzij een investering van bijna 10 miljoen euro uit de eerste ronde van de regeling Faciliteiten voor Toegepast Onderzoek (FTO) beschikt NLR daarmee over nieuwe apparatuur voor geavanceerde productie met metalen en composieten.
De faciliteit biedt bedrijven en onderzoekers de mogelijkheid om innovatieve productietechnieken te ontwikkelen, testen en toe te passen, zoals het 3D-printen van metalen. Daarmee kunnen bijvoorbeeld lichtere, sterkere en duurzamere onderdelen voor de luchtvaart en hightechindustrie worden ontwikkeld. De investering draagt bij aan de internationale concurrentiepositie van de Nederlandse industrie. Binnen ACM3 werkt NLR nauw samen met universiteiten, andere kennisinstellingen, de industrie en het mkb.





TNO, NLR

Nederland versterkt militaire positie in de ruimte

Gegarandeerde toegang tot de ruimte en een sterke inlichtingenpositie zijn cruciaal voor succesvolle operaties in alle andere militaire domeinen: land, zee, lucht en cyber. Om innovaties voor Defensie te versnellen, hebben kennisinstituten TNO en NLR hun meer dan tienjarige samenwerking met een nieuwe strategische overeenkomst versterkt door militaire ruimtevaartexpertise en -capaciteiten verder te gaan integreren. Deze krachtenbundeling richt zich primair op het bevorderen van de soevereine, autonome ruimtevaartcapaciteiten van de Nederlandse krijgsmacht. Hierbij wordt een gezamenlijke en snel schaalbare R&D-omgeving opgebouwd ter ondersteuning van de doelstellingen van het ministerie van Defensie voor militair gebruik van de ruimte. De operationele slagkracht krijgt inmiddels concreet vorm. Zo wordt voortgebouwd op de BRIK II en de in 2023 gelanceerde MilSpace 2-satellieten voor het verzamelen van inlichtingen, en staat voor 2027-2028 de lancering van PAMI-1 gepland als precursor voor een Electro Optische ISR-capaciteit. Deze Nederlandse satellieten worden tevens uitgerust met innovatieve lasersatellietcommunicatie voor extreem snelle en veilige dataoverdracht.
Verder wordt intensief gewerkt aan het in kaart brengen van het ruimtedomein om goed te begrijpen wat er in de ruimte gebeurt en met welke dreigingen rekening moet worden gehouden. Dit wordt ook wel Space Domain Awareness genoemd.

Deltares, WUR

Natuur als bondgenoot tegen klimaatverandering

Klimaatverandering zet zeeën en kustgebieden wereldwijd onder druk. Stijgende temperaturen, verzuring en veranderingen in biodiversiteit bedreigen het zeeleven én de mensen die daarvan afhankelijk zijn. Het Europese onderzoeksproject FutureMARES, waaraan Deltares deelnam, is gericht op hoe de natuur zelf kan helpen deze gevolgen op te vangen.

Meer dan dertig internationale onderzoeks- en kennisinstellingen werkten aan op de natuur gebaseerde oplossingen oftewel Nature-based Solutions. Denk aan het herstel van zeegras, schelpdierbanken en mangrovebossen; habitats waarvan bekend is dat ze veel CO_2 kunnen vastleggen en zo bijdragen aan de vermindering van klimaatverandering. Ook onderzochten zij betere bescherming van kwetsbare natuur en duurzame, natuurinclusieve visserij en aquacultuur. Met veldonderzoek, klimaatmodellen en sociaaleconomische analyses bepaalden de onderzoekers welke maatregelen het meest effectief zijn. Deltares voerde modelstudies uit naar de effecten van grootschalige kweek van zeewier en schelpdieren onder verschillende klimaatscenario's. Daaruit bleek dat met name zeewier grote hoeveelheden voedingsstoffen kan onttrekken aan het systeem, zodanig dat dit de groei van fytoplankton kan beïnvloeden. Dit gebeurt onder elk klimaatscenario, maar de mate van impact varieert per scenario. Er is ook onderzocht hoe klimaatverandering van invloed is op de kans om in de Noordzee oesterbanken te herstellen. Hieruit bleek dat een deel van de oude oestergronden nu al niet meer voldoende potentie voor groei heeft, waardoor herstel van oesterbanken wordt bemoeilijkt. De resultaten helpen beleidsmakers om zeeën en kustgebieden klimaatbestendiger te maken en tegelijkertijd de biodiversiteit te beschermen.

FutureMARES



Deltares, WUR

Zeewier kweken tussen windmolens op zee

Kunnen windparken op zee ook worden gebruikt voor de duurzame teelt van zeewier en schelpdieren? En tegelijkertijd bijdragen aan natuurherstel en gezondheid? Het Europese project ULTFARMS, onder leiding van Deltares, onderzoekt hoe beide functies veilig en duurzaam zijn te combineren. Op zes locaties in de Noordzee en westelijke Oostzee worden nieuwe teeltmethoden getest voor onder meer zeewier, mosselen en oesters. Deltares ontwikkelt modellen om te voorspellen waar deze vormen van aquacultuur mogelijk zijn en wat de gevolgen zijn voor het ecosysteem. Ook worden de teeltmethoden in de praktijk onderzocht. Zo testte Deltares samen met de Universiteit Gent en IMPACT-9 in een onderzoeksfaciliteit hoeveel kracht golven en stroming uitoefenen op lange lijnen waaraan zeewier wordt gekweekt. Die kennis helpt om kweeksystemen te ontwerpen die bestand zijn tegen de omstandigheden op zee, en maakt duidelijk welke kansen er zijn voor commerciële opschaling. Een wetenschappelijke publicatie volgt eind 2026.

ultfarms.eu



Onderzoekers vergeleken lege zeewiernetten op ware grootte met netten waarop volgroeide zeewiersurrogaten waren aangebracht in de golfbassins bij Deltares, om te zien hoeveel krachten de golven en stromingen uitoefenen op de constructies.



TNO

Nieuwe fabriek versnelt productie van fotonische chips

Fotonische chips gebruiken licht in plaats van elektrische signalen om informatie te verwerken, wat essentieel is voor snellere, energiezuinige datacommunicatie en geavanceerde sensoren. Hoewel Europa wereldwijd vooroploopt in de kennis van deze technologie, is de stap van laboratorium naar grootschalige commerciële productie vaak een knelpunt. De Dutch Photonic Chip Pilot Line op de High Tech Campus in Eindhoven, een open-innovatiefaciliteit waarin TNO een sleutelrol vervult, overbrugt deze kloof en versnelt de marktintroductie. Om deze schaalsprong te realiseren, verbindt de fabriek het gehele hightech ecosysteem: TNO werkt hierin nauw samen met kennisinstellingen als de TU Eindhoven en de Universiteit Twente, én met toonaangevende partners, waaronder ASML, SMART Photonics en Aixtron. Gezamenlijk maken zij de overstap van 4-inch naar 6-inch wafers voor de productie van indiumfosfide-chips. Door op deze grotere schijven te produceren, kunnen bedrijven efficiënter en kosteneffectiever opschalen, wat als onderdeel van het PIXEurope-initiatief een strategische bijdrage levert aan het economisch verdienvermogen en de Europese technologische autonomie.



WUR

Europese bossen herstellen begint met vooruitkijken

Hoe zorg je dat Europese bossen ook over tientallen jaren bestand zijn tegen droogte, stormen en plagen? In het Europese project SUPERB onderzoekt Wageningen University & Research samen met internationale partners hoe duizenden hectares bos kunnen worden hersteld én voorbereid op een veranderend klimaat. Door verschillende soorten bomen aan te planten en meer variatie te creëren, wordt het bos minder kwetsbaar voor droogte, plagen en stormen. Onderzoekers brengen in kaart hoe bossen zich ontwikkelen onder verschillende omstandigheden en klimaatscenario's. Zo wordt duidelijk welke maatregelen helpen om bossen weerbaarder te maken. De kennis en ervaringen uit verschillende Europese landen worden daarbij gecombineerd. Ook boseigenaren, beheerders en omwonenden worden betrokken bij de keuzes. Zo moet bosherstel niet alleen zorgen voor gezondere bossen van nu, maar vooral voor bossen die ook in de toekomst tegen een stootje kunnen.

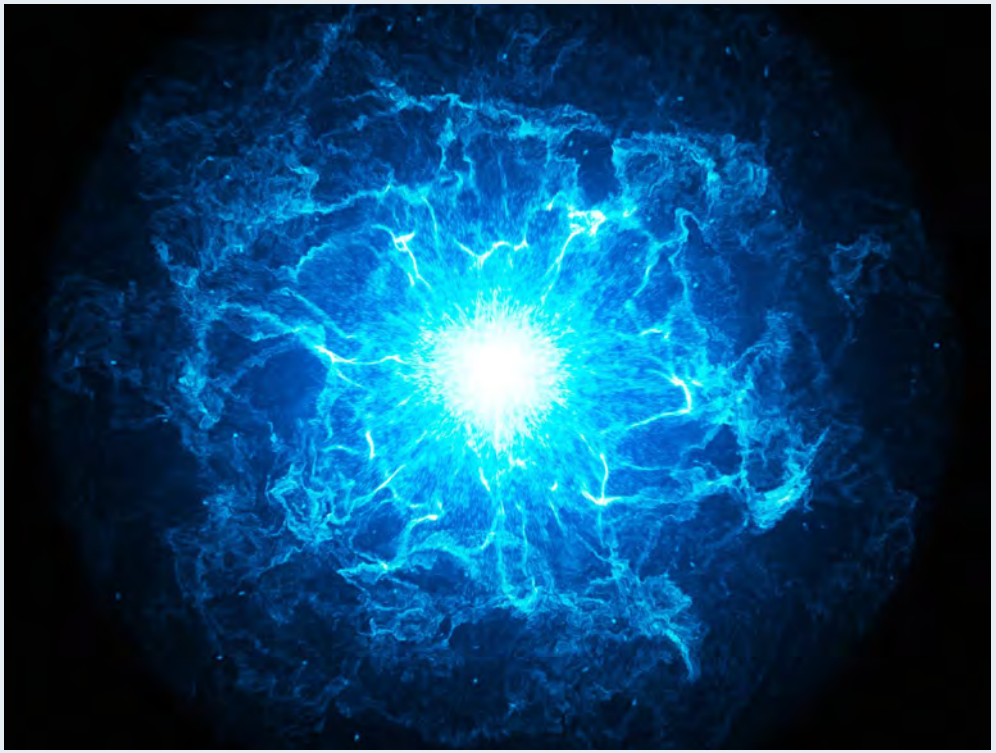
WUR

WUR

Wie krijgt de ruimte in Europa?

Landbouw, natuur, woningen, wegen en duurzame energie vragen allemaal om ruimte. Maar die ruimte is beperkt. Wageningen University & Research onderzocht daarom hoe verschillende keuzes het Europese landschap tot 2050 kunnen veranderen. De onderzoekers brachten historische en actuele gegevens over onder meer landbouw, natuur en verstedelijking samen en rekenden verschillende toekomstscenario's door. Zo kunnen ze per regio laten zien waar functies met elkaar botsen en wat beleidskeuzes betekenen voor bijvoorbeeld voedselproductie, waterkwaliteit, bodem, natuur en uitstoot. Zonder aanvullend beleid kan het landbouwareaal in de EU tot 2050 bijvoorbeeld met meer dan 8 miljoen hectare afnemen. Tegelijk laat het onderzoek zien dat gerichte maatregelen milieu- en klimaatwinst kunnen opleveren zonder de voedselproductie sterk onder druk te zetten. Deze inzichten maken regionaal maatwerk in beleid en ruimtelijke planning mogelijk waarin voedselproductie, natuur, klimaat en leefbaarheid met elkaar in balans zijn.

WUR



TNO

Plasmatechnologie voor schonere chemie

De chemische industrie gebruikt nog veel fossiele grondstoffen en veroorzaakt daarmee CO_2-uitstoot. De nieuwe startup Thoriant, opgericht door TNO, Universiteit Maastricht en Ebert HERA, wil daar met plasmatechnologie verandering in brengen.
De technologie gebruikt elektrisch opgewekt plasma – een extreem heet, geïoniseerd gas – om methaan om te zetten in waterstof en acetyleen. Die stoffen zijn belangrijke bouwstenen voor onder meer kunststoffen en andere chemische producten. Het proces kan volledig op groene stroom draaien en veroorzaakt geen directe CO_2-uitstoot. Ook kunnen industriële restgassen worden omgezet in waardevolle grondstoffen. De technologie is al op laboratoriumschaal aangetoond. Thoriant gaat deze nu verder opschalen en testen in een proeffabriek, met als uiteindelijk doel toepassing in de chemische industrie.

WUR

Slimmer gewassen beschermen met minder chemie

Kan een camera zien of een plant ziek is? In het Europese project OPTIMA onderzocht Wageningen University & Research samen met internationale partners hoe ziekten in landbouwgewassen eerder en nauwkeuriger kunnen worden opgespoord. Zo zijn minder chemische gewasbeschermingsmiddelen nodig.
De onderzoekers van WUR gebruikten speciale camera's en slimme software om ziekteverschijnselen bij appels, druiven en wortelen vroeg en nauwkeurig te detecteren. Door expertise in plantgezondheid, data en AI, biologische gewasbescherming en precisietechnologie te combineren, kunnen zij niet alleen vaststellen waar een gewas ziek is, maar ook bepalen waar en wanneer ingrijpen nodig is. Zo kunnen telers hun gewassen effectief beschermen, terwijl ze minder chemische middelen gebruiken en de impact op het milieu beperken.

WUR

MARIN

Slimmer varen op wind

Wind kan schepen helpen om brandstof te besparen en de uitstoot te verlagen. Toch aarzelen reders nog om grootschalig in windvoortstuwing te investeren. Zo is niet altijd duidelijk hoeveel brandstof een systeem in de praktijk bespaart en hoe het optimaal kan worden ingezet.
In het Europese project AWESOME werkt MARIN met partners aan methoden om die onzekerheden weg te nemen. Het project richt zich onder meer op betere voorspellingen van brandstofbesparing en richtlijnen voor het ontwerp. Daarnaast worden er aanpassingen van schepen en slimme systemen bedacht die de bemanning helpen de windvoortstuwing onderweg optimaal te gebruiken. Ook worden methoden ontwikkeld om prestaties aan boord betrouwbaar te meten. Zo moet AWESOME het voor reders makkelijker maken om de stap naar windvoortstuwing te zetten.

AWESOME



Twintig jaar Smaaklessen op school: vroeg leren gezond te eten

Smaaklessen is een gratis lesprogramma dat basisschoolkinderen leert over gezond en duurzaam eten: van verbouwen tot koken en proeven. Dat is belangrijk, want veel eetgewoontes ontstaan al in de kindertijd. Hoe zien de lessen eruit en wat is na twintig jaar bereikt? ▶

Fieke Franken van WUR.

WUR

Probleem: twaalf procent van de kinderen heeft overgewicht, wat de kans op diabetes, hartkwalen en andere ziekten vergroot. Ongezonde voedselproducten zijn overal verkrijgbaar en niet alle ouders hebben voldoende ondersteuning, tijd, middelen of kennis om hun kinderen gezonde eetgewoonten aan te leren.

TO2-oplossing: WUR ontwikkelde 'Smaaklessen', een gratis lesprogramma dat basisschoolkinderen leert over gezond en duurzaam eten: van verbouwen tot koken en proeven.

Impact: meer dan een miljoen kinderen hebben een Smaakles gevolgd. Het programma vergroot de kennis over voeding bij kinderen. Ze staan meer open om onbekende producten te proeven en gezonder en gevarieerder te eten.

Zo'n twaalf procent van de kinderen heeft overgewicht, volgens cijfers van het CBS. Dat vergroot de kans op diabetes, hartkwalen en andere ziekten. 'Het veranderen van voedselvoorkeuren, eetpatronen en eetgewoontes is lastig', vertelt Fieke Franken, teamleider van het lesprogramma Smaaklessen, dat Wageningen University & Research ontwikkelde. 'Dus is het waardevol om gezond en duurzaam eten al op jonge leeftijd aan te leren, zodat kinderen daar de rest van hun leven profijt van houden. En veel wordt thuis aangeleerd of van vriendjes, maar ook op school.' Het voedselaanbod is in de laatste decennia een stuk ongezonder geworden, vertelt ze. 'Ongezonde voedselproducten zijn overal verkrijgbaar en we zien dat niet alle ouders voldoende ondersteuning, tijd, middelen of kennis hebben om hun kinderen gezonde eetgewoonten aan te leren.' In Smaaklessen komen daarnaast onderwerpen aan bod als omgaan met verleidingen en de herkomst van ons eten.

Miljoen kinderen

Smaaklessen begon twintig jaar geleden. Inmiddels volgen meer dan tachtig procent van de scholen de lessen. Franken: 'Meer dan een miljoen kinderen hebben een Smaakles gevolgd.' Onderwijs over gezond eten draagt ook bij aan kansengelijkheid, legt ze uit, omdat bijna alle kinderen in Nederland naar school gaan. Smaaklessen bestaat uit negen basislessen voor groep 1-2 en vijf basislessen voor groep 3-8. Franken: 'De lessen sluiten goed aan op wat kinderen op een bepaalde leeftijd begrijpen en onthouden.' Proeven en ervaren is hierbij heel belangrijk. 'Kinderen leren vooral door te doen. Dan blijft de stof veel beter hangen.' Daarnaast zijn er verdiepende lesmodules, bijvoorbeeld over onderwerpen als voedselverspilling. Via een online portaal kunnen leerkrachten de lesmodules en een handleiding vinden. Scholen kunnen ook op excursie gaan, naar een akkerbouwer, een boomgaard of een zuivelbedrijf, en er kan een gastdocent langskomen. WUR probeert scholen op verschillende manieren te bereiken en ondersteunt hen met educatieve materialen en activiteiten. Zo kunnen ze zadenpakketten aanvragen voor moestuinlessen en er kan een echte kok naar de klas komen om samen met leerlingen een gerecht te bereiden. Scholen kunnen ervoor kiezen om een deel van het lesaanbod te gebruiken of meerdere lessen te integreren in hun programma.



'De lessen sluiten goed aan op wat kinderen op een bepaalde leeftijd begrijpen en onthouden'

Samen met leerkrachten

Smaaklessen is door WUR ontwikkeld en wordt geëvalueerd en onderzocht op de effectiviteit ervan, benadrukt Franken. Leerkrachten en kinderen leveren daarbij een actieve bijdrage. 'Ze denken echt mee. Het is een wisselwerking tussen onderzoek en praktijk.' Dat is, denkt ze, ook de reden dat het aantal scholen dat gebruikmaakt van de lessen gestegen is in de afgelopen jaren. 'We onderzoeken niet alleen de inhoud en het effect, maar ook de implementatie. Dus hoe wordt het door leerkrachten gebruikt en hoe kunnen we het makkelijker voor ze maken?' Zo kunnen leerkrachten gebruikmaken van een lesmap als ze het prettig vinden om papieren materiaal te hebben.



'Gezond en duurzaam eten zou, net als taal en rekenen, een vast onderdeel moeten zijn van de schoolervaring'

Gratis groente

Smaaklessen is gratis voor scholen. Financiering komt van de overheid en het bedrijfsleven: supermarkten, brancheorganisaties en ketenorganisaties. Franken: 'De bedrijven leveren kennis vanuit de sector of bijvoorbeeld producten als zaden en boodschappen die in de lessen gebruikt worden. We hebben hele strikte afspraken over hoe we samenwerken. Zo mogen er geen merken in de klas komen.' Een deel van de scholen die met Smaaklessen werkt, krijgt twintig weken lang gratis fruit, groente en soms zuivel, die ze tijdens de lessen gebruiken. Dit loopt via het Rijksprogramma EU-Schoolfruit- en groenteprogramma en EU-Schoolzuivel, waarvan de WUR de communicatie, registratie en educatie organiseert, en dat deels door de Europese Unie wordt gefinancierd.

Impact lessen

Het Smaaklessen-programma is in 2024 vernieuwd. Senior onderzoeker Gertrude Zeinstra bij WUR onderzocht het afgelopen jaar samen met collega's van verschillende afdelingen de effectiviteit van de vernieuwde versie. Via interviews en vragenlijsten verzamelden ze gegevens van kinderen, leerkrachten en ouders op scholen die wel én niet gebruikmaakten van Smaaklessen. Ze bezochten de scholen voordat de lessen plaatsvonden, direct erna en nog eens een aantal maanden later. De resultaten worden eind 2026 verwacht. Uit eerdere onderzoeken van WUR bleek dat Smaaklessen de kennis over voeding bij kinderen vergroot. Kinderen staan meer open om onbekende producten te proeven en gezonder en gevarieerder te eten. Franken: 'Leerkrachten en klasgenoten blijken rolmodellen te zijn en leerlingen stimuleren elkaar onderling om nieuwe dingen te proeven.' Daarnaast blijkt de combinatie van EU-Schoolfruit met Smaaklessen de consumptie van fruit en groente te verhogen. 'Dat is vooral belangrijk voor de kinderen die thuis minder gezond eten.' Voedseleducatie alleen is volgens Franken niet voldoende. 'Wat mensen eten, hangt van veel factoren af. Daarom is naast educatie ook een omgeving nodig die gezond gedrag stimuleert. Ouders en het voedselaanbod spelen daarin een belangrijke rol. Uiteindelijk willen we bijdragen aan een generatie die gezondere keuzes maakt en die gewoonten weer doorgeeft aan de volgende generatie.'

Voedseleducatie

WUR blijft ook de komende jaren leerkrachten stimuleren om met voedseleducatie aan de slag te gaan en maakt het lesmateriaal daarom zo toegankelijk mogelijk. Om voedseleducatie te versterken deelt WUR kennis en ervaringen en adviseert het Nederlandse en buitenlandse organisaties, scholen en gemeenten, onder meer via Europese onderzoeksprogramma's. Bij voedseleducatie over de grens moet je volgens Franken bedenken dat de context overal anders is: 'Elk land kent een andere eetcultuur en heeft andere voedingsrichtlijnen, dus een programma als Smaaklessen is nooit letterlijk te vertalen.' Voedseleducatie zit niet in het curriculum van basisscholen, het is geen verplicht onderdeel. 'Nog niet', zegt Franken, 'Samen met andere organisaties pleiten we hier wel voor. Het zou goed zijn als gezond en duurzaam eten, net zoals rekenen en taal, een vast onderdeel wordt van de schoolervaring', zegt Franken. ■

Meer lezen over de Smaaklessen

Wie: Wageningen University & Research.

Looptijd: Het lesprogramma bestaat al meer dan 20 jaar.

Stresstest voor onze vitale infrastructuur

Extreem weer, zoals heftige neerslag of langdurige droogte, heeft ingrijpende gevolgen voor onze samenleving. Niet alleen direct, door overstromingen of natuurbranden, maar ook indirect als vitale voorzieningen uitvallen zoals elektriciteit, telecommunicatie en wegen onbegaanbaar zijn. Deltares bracht deze keteneffecten in kaart, zodat Nederland onderbouwde keuzes kan maken bij de inrichting van de leefomgeving. ▶

Margreet van Marle en Bart Maas van Deltares.

Deltares, TNO

Probleem: klimaatverandering vergroot de kans op extreem weer, droogte en overstromingen. Door de sterke afhankelijkheid tussen vitale voorzieningen zoals elektriciteit en waterbeheer kan uitval van één systeem al snel leiden tot problemen in andere infrastructuur.

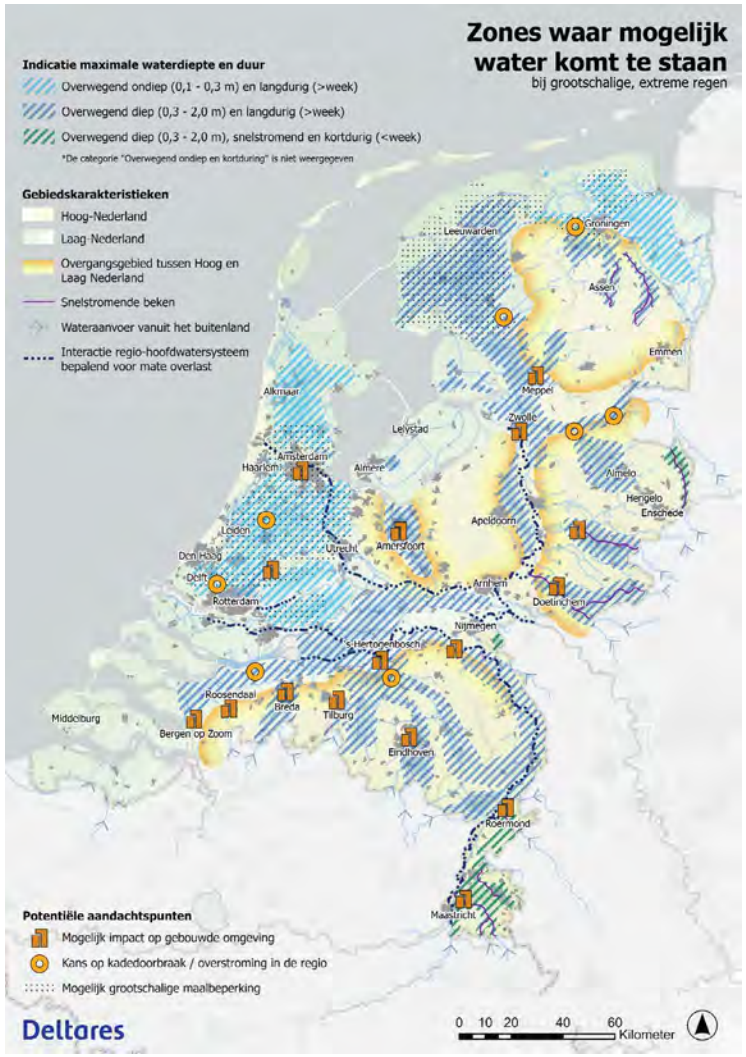
T02-oplossing: Deltares brengt met stresstesten de afhankelijkheden tussen vitale voorzieningen in kaart. Zo wordt zichtbaar welke kettingreacties kunnen ontstaan en krijgen overheden en beheerders handvatten om risico's te beperken en beter samen te werken.

Impact: door inzicht in de afhankelijkheden tussen vitale voorzieningen kunnen overheden en beheerders betere keuzes maken voor crisisvoorbereiding, investeringen en herstel. Zo wordt Nederland beter voorbereid op de gevolgen van extreem weer.

Stel je voor dat in Nederland een gebied overstroomt, vergelijkbaar met hoe we dat in Limburg zagen in 2021. Bewoners moesten geëvacueerd, straten veranderden in snelstromende rivieren en er dreven scooters en verkeersborden door de straten. En beeld je daarbij in dat er niet alleen schade aan huizen is en wegen onbegaanbaar zijn, maar dat door de overstroming ook de elektriciteit uitvalt, waardoor de waterpompen niet werken. Daardoor stijgt het water in een steeds groter gebied, waardoor hulpdiensten nog lastiger het gebied in kunnen. Tot overmaat van ramp raakt een telecommast beschadigd, waardoor communicatie wordt bemoeilijkt. Zulke kettingreacties, waarbij uitval van de ene infrastructuur leidt tot problemen in een andere, noemen we een cascade-effect.
Dat die kettingreacties optreden, heeft alles te maken met het feit dat onze vitale infrastructuur sterk met elkaar verweven is, legt Margreet van Marle uit, onderzoeker natuurbranden en klimaatbestendigheid bij Deltares. Waterbeheer, elektriciteit, transport, telecommunicatie en zorg zijn zo met elkaar verbonden, dat uitval in de ene sector grote gevolgen kan hebben voor andere sectoren. Een samenloop van uitvallende soorten infrastructuur kan leiden tot bedreigingen voor de publieke veiligheid en maatschappelijke ontwrichting.
'Daarom is het belangrijk te weten hoe vitale voorzieningen van elkaar afhankelijk zijn, zodat we ons beter kunnen voorbereiden.'

Weerbaarheid

Deltares werkt aan weerbaarheid van vitale infrastructuur in verschillende projecten en programma's Een resultaat is de Handreiking Klimaatbestendige Vitale Infrastructuur, gemaakt in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Hiermee hebben beheerders van infrastructuur een gestandaardiseerde methode in handen om klimaatrisico's in kaart te brengen. Daarbij zijn klimaatdata, infrastructuurgegevens en gebruiksgegevens gecombineerd om te bepalen welke onderdelen van een netwerk kwetsbaar zijn voor klimaatdreigingen zoals wateroverlast, hitte en droogte. Vervolgens zijn de mogelijke schade, uitval van functies en maatschappelijke gevolgen geanalyseerd.
Ook binnen het programma Klimaatveiligheid ontwikkelde Deltares samen met TNO en het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid



'Als meerdere infrastructuren tegelijk uitvallen, kan dat de samenleving ernstig ontwrichten'



'Mensen realiseren zich dat een ramp echt kan gebeuren'

scenario's voor klimaatdreigingen, cascade-effecten en schaarste. Deze zijn bedoeld voor de veiligheidsregio's, zodat de crisisrespons kan worden verbeterd en nationale veiligheid verbeterd.
Van Marle: 'De 'wat als'-scenario's en analyses die we als Deltares maken, zijn bedoeld om de plekken te laten zien waar maatregelen het meest zinvol zijn.'

Wake-up call

Extreem weer zal door klimaatverandering steeds vaker voorkomen. Daarom startte het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in 2023 het kennisprogramma Wateroverlast, waarin onder andere wordt gekeken naar mogelijke cascade-effecten bij gevolgen van klimaatverandering, zoals extreme neerslag of droogte. Gevolgen van langdurige droogte kunnen zijn gestremde binnenvaart, mislukte oogsten, verzilting van zoetwaterbuffers zoals het IJsselmeer en verminderde dijkveiligheid. Ook is er kans op meer natuurbranden, met bijbehorende kettingreacties als druk op (schaarse) hulpdiensten, natuurimpact of elektriciteitsuitval. Om kennis te ontwikkelen hierover, is het cruciaal dat de verschillende organisaties die verantwoordelijk zijn voor de vitale infrastructuur samenwerken en bij

elkaar over de schutting kunnen kijken. Daarom zijn partijen als gemeenten, ministeries, leveranciers van vitale infrastructuur en andere partijen bij het programma aangesloten. 'Als onafhankelijk kennisinstituut dient Deltares het gezamenlijke maatschappelijke belang om Nederland weerbaarder te maken', zegt Bart Maas, onderzoeker overstromingsrisico's bij Deltares en net als Van Marle betrokken bij het kennisprogramma.
Deltares brengt kennis uit verschillende regio's bij elkaar en werkt samen met universiteiten aan methoden die cascade-effecten beter in beeld brengen, de gevolgen kwantificeren en kosten en baten van verschillende opties voor klimaatadaptatie tegen elkaar afwegen. Van Marle: 'Zo laten we bijvoorbeeld zien hoe grootschalige neerslag de bereikbaarheid van gebieden beïnvloedt. Ook maken we inzichtelijk waar investeringen in infrastructuur de keteneffecten kunnen beperken. Deze methoden zijn niet alleen toepasbaar bij klimaatdreigingen, maar ook bij cyberaanvallen of sabotage.' Het kan bijvoorbeeld verstandig zijn om bepaalde wegen als eerste te herstellen, omdat die belangrijk zijn voor hulpdiensten en het herstel van de elektriciteitsvoorziening. 'Als je die afhankelijkheden in beeld hebt, profiteren ook andere sectoren daarvan', duidt Maas.

Rampen oefenen

Eén van de belangrijkste instrumenten om kennis te verzamelen in het programma Wateroverlast is de bovenregionale stresstest. Op deze manier wordt onderzocht welke cascade-effecten optreden als extreme neerslag lange tijd op een groot gebied terechtkomt, dat meerdere provincies kan bestrijken. De onderlinge afhankelijkheid van elektriciteit, telecommunicatie, verkeer en waterbeheer bleek veel groter dan gedacht. De stresstesten zijn een goede oefening om knelpunten in bijvoorbeeld crisisbeheersing van moeilijk te voorspellen bedreigingen boven tafel te krijgen, legt Van Marle uit. 'Je leert niet alleen over kwetsbaarheden, ook over elkaars rollen en belangen, omdat veel partners met elkaar in gesprek moeten.'

Helikopterview

De onderzoeksresultaten laten partijen inzien dat zij niet op hun eigen eilandje moeten handelen, maar dat een integrale aanpak noodzakelijk is. Maas: 'Anders kunnen maatregelen binnen één sector negatieve gevolgen hebben voor andere sectoren.' Het is één van de belangrijkste lessen uit het kennisprogramma: een helikopterview is cruciaal. Je moet boven de materie hangen en problemen en oplossingen niet sectoraal benaderen. Van Marle: 'Iedere organisatie heeft eigen doelen, maar als maatschappij hebben we overlappende doelen. Dat spanningsveld wordt bij de stresstesten zichtbaar en juist daardoor leren organisaties van elkaar.'
Zo ziet Maas dat bij dijkontwerpen de nadruk nu vooral ligt op het voorkomen van overstromingen, terwijl herstel na een overstroming veel minder aandacht krijgt. 'Terwijl je juist wilt dat een ondergelopen polder na een dijkdoorbraak zo snel en veilig mogelijk wordt hersteld. Daar kun je bij het ontwerp voor een dijk al rekening mee houden.'
Die brede blik is ook nodig bij de inrichting van onze leefomgeving, want extreme neerslag én droogte komen steeds vaker voor. 'Door maatregelen tegen wateroverlast en droogte met elkaar te combineren, kun je het landschap zo inrichten dat we water uit natte perioden vasthouden om te gebruiken tijdens droge perioden. Tegelijkertijd ontwikkel je zo natuur die beter bestand is tegen langdurige droogte', analyseert Van Marle.

Bewustwording

Het kennisprogramma wil overheden, hulpdiensten en beheerders zich bewust maken van hun onderlinge afhankelijkheden. Ook moeten zij zich realiseren dat extreme gebeurtenissen als gevolg van klimaatverandering écht kunnen plaatsvinden. Volgens Maas is dat doel nu al deels bereikt. 'De betrokken organisaties realiseren zich dat overstromingen op plekken waar je ze liever niet hebt, een reëel risico zijn. Als die bewustwording ertoe leidt dat overheden, hulpdiensten en beheerders hun plannen, crisisvoorbereiding en investeringen daarop aanpassen, dan is dat een belangrijke stap vooruit.' ■

Wie: gemeenten, ministeries, waterschappen, TO2-instituten Deltares en TNO, Rijkswaterstaat, ProRail, KNMI, veiligheidsregio's, universiteiten en ingenieursbureaus.

Vervolg: Provincies brengen de gevolgen en impact voor hun regio in beeld. Deltares vertaalt de belangrijkste lessen naar nationale inzichten.

Stapeling van klimaatdreigingen vraagt om integrale voorbereiding en respons | Deltares

Samenvatting onderzoek Deltares-TNO-NIPV



Loskomen van de Amerikaanse cloud

De Europese clouddiensten boksen momenteel moeilijk op tegen Amerikaanse techbedrijven. ECOFED werkt aan de oplossing. ‘In plaats van één grote aanbieder maken we een lapjesdeken met verschillende Europese partijen,’ zegt Peter Verkoulen, directeur van het Centre of Excellence for Data Sharing & Cloud. ▶

TNO

Probleem: Europa is voor veel clouddiensten afhankelijk van Amerikaanse techbedrijven. Europese aanbieders zijn kleiner en kunnen moeilijk concurreren met de schaal en investeringskracht van Amerikaanse partijen. Ook gebruikers zitten vaak 'vast': overstappen naar een andere aanbieder kost veel tijd en geld.

TO2-oplossing: binnen ECOFED (zie kader) bouwt TNO met Nederlandse cloud-bedrijven aan een Europese cloud-federatie van kleine aanbieders met een gedeelde technische architectuur. Gebruikers kunnen makkelijker overstappen tussen cloudaan-bieders en verschillende diensten combineren. Dat laatste vergroot de beschikbare rekenkracht.

Impact: gebruikers krijgen meer keuze en controle over hun data en zijn minder afhankelijk van één aanbieder. Door Europese clouddiensten te verbinden, ontstaat bovendien meer schaal en kan de Europese cloud-sector beter concurreren met grote Amerikaanse aanbieders.

Dagelijks wordt veel persoonlijke, bedrijfs- en overheids-informatie opgeslagen op Amerikaanse cloudservers. De digitale infrastructuur is hierdoor afhankelijk van hyper-scalers: techbedrijven zoals Microsoft, Google en Amazon, zegt Bjorn Hakansson, senior business development manager bij TNO. 'Europese initiatieven bieden niet dezelfde schaal en rekenkracht. En overstappen kost tijd en geld.' Tijd, omdat de diensten van ver-schillende aanbieders niet aansluiten op die van concurrenten. En geld. Overstappen van een hyperscale cloud naar een kleinere Europese cloud brengt migratiekosten met zich mee. Daardoor stappen gebruikers minder makkelijk over of combineren ze minder makkelijk diensten van verschillende aanbieders.

Geopolitiek

Deze Europese afhankelijkheid vormt een risico: 'een andere partij kan zo geopolitiek veel druk uitoefenen', legt Hakansson uit. De Amerikaanse wetgeving (FISA) geeft Amerikaanse inlichtingendiensten brede bevoegdheden om data in te zien van niet-Amerikanen, zolang ze via een Amerikaanse provider verlopen. 'Het is niet wenselijk dat een geopolitieke ruzie kan leiden tot ongewenste toegang tot persoonsgegevens. Dat was een potentieel risico geweest als de over-name van het bedrijf waar DigiD draait door een Amerikaanse partij niet was stopgezet.' Die afhankelijkheid kan volgens Hakansson in tijden van geopolitieke spanningen een risico vormen voor vitale digitale systemen. Europese cloud-aanbieders kunnen door hun kleinere schaal en beperktere investeringsmogelijkheden moeilijk opboksen tegen Amerikaanse techbedrijven. 'De beste Europese startups worden regelmatig ook overgenomen door Amerikaanse bedrijven. In de Verenigde Staten is meer investeringskapitaal beschikbaar, waardoor talentvolle bedrijven sneller kunnen opschalen', vertelt Hakansson. Kennis en kunde gaan daarmee overzees en IT-faciliteiten komen in niet-Europees beheer.

Lapjesdeken

De oplossing is een federatief cloud-ecosysteem. 'In plaats van één grote aanbieder willen we als het ware een lapjesdeken mogelijk maken met verschillende Europese partijen,' zegt Peter Verkoulen, directeur van het Centre of Excellence for Data Sharing & Cloud (CoE-DSC). 'In 2020 begonnen we met een reeks webinars over cloud-onderwerpen om de industrie mee te krijgen. In het begin toonden zo'n vijftien bedrijven interesse, uiteindelijk ontstond daaruit het ECOFED-project', vertelt Hakansson.
Om die verschillende partijen, en hun diensten, aan elkaar te binden, zijn open standaarden nodig. 'Alle systemen moeten dezelfde afspraken gebruiken', legt Peter Verkoulen uit, die zich vanuit CoE-DSC inzet voor een federatief cloud-ecosysteem. 'Afspraken zorgen ervoor dat diensten makkelijker op elkaar aansluiten en gebruikers eenvoudiger kunnen overstappen. CoE-DSC werkt daarvoor samen met NEN, de Nederlandse organisatie voor standaardisatie.'
'Als alles goed op elkaar is afgestemd, heeft Europa meer rekenkracht, een groter aanbod aan clouddiensten en meer schaal,' vertelt Verkoulen. Dankzij dit alternatief voor bigtech bedrijven kunnen gebruikers per dienst of dataset kiezen welke aanbieder het beste past bij hun eisen rond prijs, snelheid en gevoeligheid van data. Zo krijgen ze meer controle over hun data. ■

Wat is ECOFED?

ECOFED (European Cloud Services in an Open Federated Ecosystem) is een Nederlands project binnen het Europese IPCEI-CIS (Important Projects of Common European Interest – Cloud Infrastructure and Services) voor cloud-infrastructuur en -diensten. Het doel is een onafhankelij-kere, federatieve cloud-infrastructuur die Europese organisaties meer regie geeft over hun eigen data en minder afhankelijk maakt van niet-Europese techreuzen, zoals Amazon, Microsoft en Google.

Wie: TNO, Info Support, BIT, i3D.net en AMS-IX.
Looptijd: 2024 tot 2029.
Budget: 21 miljoen euro.

Wat is CoE-DSC?

Het Centre of Excellence for Data Sharing & Cloud (CoE-DSC) is in Nederland het centrale aanspreekpunt voor vraagstukken over datadeling en cloud. Het bundelt kennis, ervaring en resultaten van initiatieven als ECOFED en brengt die samen met Europese ontwikkelingen. TNO is in opdracht van het ministerie van EZK penvoerder van het CoE-DSC. Het kennisinstituut is daarmee verantwoordelijk voor de coördinatie van activiteiten binnen het kenniscentrum en draagt ook zelf inhoudelijk bij.

Wie: TNO, Innopay, NimbleNova en anderen.
Looptijd: meerjarig.
Budget: ca 3 miljoen euro per jaar.

Meer lezen



Zonder satellieten staat Nederland stil

Van betalingsverkeer tot navigatie: veel vitale systemen zijn afhankelijk van satellieten. Met Space for Defence and Society werkt NLR aan nieuwe ruimtevaarttechnologie die Nederland minder afhankelijk maakt van andere landen en beter beschermt tegen uitval van kritieke infrastructuur. ▶

NLR, TNO

Probleem: Nederland wordt steeds afhankelijker van satellieten en andere ruimtevaarttechnologie. Tegelijk wordt het drukker in de ruimte en nemen de geopolitieke spanningen toe. Hoe zorgen we ervoor dat deze vitale infrastructuur ook in de toekomst veilig en betrouwbaar blijft?

TO2-oplossing: met het programma Space for Defence and Society ontwikkelt NLR kennis en technologie voor de ruimtevaart. Samen met andere partijen werkt NLR aan innovaties die Nederland minder afhankelijk maken van andere landen.

Impact: het programma zorgt voor een sterkere Nederlandse ruimtevaartsector, minder afhankelijkheid van andere landen en betere bescherming van vitale voorzieningen zoals communicatie, navigatie, energievoorziening en betalingsverkeer.

Rik Bosma is programmaleider van Space for Defence and Society van het Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR). Het programma dient om ruimtevaart beter in te zetten voor de veiligheid en het dagelijks leven en om Nederland en Europa minder afhankelijk te maken van andere grootmachten. De ruimte heeft veel directe invloed op ons leven op aarde. Daarom geldt dat als je macht hebt in de ruimte, dat van invloed is op je macht op aarde. Niet voor niets beschouwt de NAVO de ruimte als officieel warfighting domain. Bosma: 'Daarom is ruimtekennis zeer gevoelig voor spionage.'

Vleugje SpaceX

Als er satellieten uit zouden vallen, bijvoorbeeld door een botsing met ruimteafval of door een hypothetische ruimteoorlog, dan hebben we een groot probleem met onze kritieke infrastructuur, vertelt Bosma. 'Zo gebruiken we satellieten voor klimaatmonitoring, het bewaken van dijken en voor landbouw.' Daarnaast zijn satellieten cruciaal voor de timing op aarde. Onze energievoorziening, betalingsverkeer, communicatie, navigatie, logistiek, klimaatmonitoring en uiteindelijk vrijwel de gehele economie zijn afhankelijk van dat timingsignaal, legt Bosma uit. 'Klopt de timing niet, dan dreigt een kettingreactie. Zo functioneert de waterzuivering niet zonder elektriciteit en zul je het toilet uiteindelijk niet meer door kunnen trekken. Je kan nog drie keer doorspoelen, dan houdt het op.'

Acht lanceringen

Meer ruimtevaartcapaciteit betekent ook meer invloed op het wereldtoneel. Nederlandse satellieten leveren nu wereldwijd al zeer nauwkeurige klimaatgegevens over uitstoot, vervuiling en stoffen in de atmosfeer. Andere staten willen die gebruiken en dat geeft Nederland onderhandelingsmacht. Omgekeerd wil je zo min mogelijk afhankelijk zijn. 'Nederland en Europa willen niet dat een ander land ons de toegang tot de ruimte ontzegt, waardoor je op aarde een probleem krijgt. Europa voert momenteel acht lanceringen per jaar uit, de Verenigde Staten ruim honderd. Dat maakt ons kwetsbaar.' Bosma ziet dat dit besef in Nederland is doorgedrongen en verwacht daarom dat er over vijf tot tien jaar veel meer eigen satellieten zijn. Hij hoopt ook dat Nederland 'een vleugje' SpaceX overneemt, het ruimtebedrijf van Elon Musk. 'Hun raketten ontploffen soms, maar daarvan leer je alleen maar. In Nederland zijn we traditioneel erg voorzichtig, maar willen we meedoen, dan zijn risico's en bravoure noodzakelijk.'



'Europa voert acht lanceringen per jaar uit, de VS honderd. Dat maakt ons kwetsbaar'

Rik Bosma van NLR.

Ruimtepuin

Het is al jaren erg druk in de ruimte. Daardoor is het risico op uitval van satellieten heel reëel. Rondom satellieten 'vliegt' nu namelijk allemaal ruimteafval, dat vooral bestaat uit oud of kapot materiaal, zoals afgedankte satellieten en losse onderdelen van raketten die met een waanzinnige snelheid om de aarde bewegen. 'Zelfs een stukje ruimtepuin van een kubieke centimeter kan een satelliet vernietigen.' Vooral in de zongesynchroniseerde baan, zeer populair omdat zonnepanelen op de satellieten daar vrijwel continu zonlicht vangen, is het vol. Space for Defence and Society onderzoekt daarom of er alternatieve banen bruikbaar zijn, zoals de Very Low Earth Orbit. Deze is zeer dicht op de aarde, wat communicatie sneller en resoluties hoger maakt, waardoor sensoren nauwkeuriger meten en betere beelden leveren. In de Very Low Earth Orbit is de atmosfeer dikker, de weerstand groter en de lucht elektrisch geladen. De traditionele vierkante satellietvorm is daar minder geschikt. Bosma denkt daarom eerder aan aerodynamische vormen, zoals een druppel, een fietshelm of een kogelvorm. 'We beschikken bovendien nog niet over raketten die specifiek voor deze banen zijn ontwikkeld, simpelweg omdat daar tot nu toe weinig behoefte aan was. Om van aannames naar kennis te gaan, doen we onderzoek.'

'Dit programma kan als kraamkamer dienen voor nieuwe technologieën'



Het MilSpace2 satellietsysteem waarbij de satellieten Birkeland en Huygens samenwerken om geolocatie beter te detecteren.

Meer invloed

Space for Defence and Society startte in 2025. Het grote verschil met vroeger is dat onderzoek destijds vooral werd gedreven door bijvoorbeeld de European Space Agency (ESA). 'Nu bepalen we veel meer zelf welke technologieën belangrijk zijn voor de Nederlandse maatschappij. Vooral op het gebied van Research en Development trekken we de stoute schoenen aan. Het liefst ontwikkelen wij iets nieuws waar behoefte aan is en dragen we dat vervolgens over aan de industrie, zodra er een winstgevend model ontstaat.' Het startupprogramma is een belangrijke troef. 'Want stel dat een nieuw idee veel kan betekenen voor de ruimtevaart, dan moeten er vaak miljoenen worden geïnvesteerd voordat die de ruimte in kan. Daarom is een programma nodig dat als kraamkamer dient voor zulke technologieën.'

Wereldtop

Bosma is ambitieus. In zijn ogen is Nederland 'wereldtop' op gebieden als hightech, landbouw en watermanagement. Ruimtevaart moet een nieuwe pijler worden. Naast het ontwikkelen en lanceren van satellieten verwacht hij dat Nederland in de toekomst uitblinkt in robots die in de ruimte satellieten repareren en onderhouden. 'Amerika stuurt mensen naar de maan, terwijl Europa zich veel meer richt op robots. En als Nederland zijn we nu al heel goed in roboticatechnologie. Ons programma kan zulke innovaties versnellen.' ■

Space for Defence and Society

Wie: NLR werkt samen met tientallen Nederlandse en honderden Europese partners en bedrijven, waaronder ESA, Thales, Airbus, ISISpace, TNO, Defensie en de universiteiten van Delft, Twente en Eindhoven.

Looptijd: het programma loopt een jaar en heeft geen einddatum.

Budget: ongeveer 3 tot 4 miljoen euro per jaar.

Vervolg: NLR maakt jaarlijks een onderzoeksplan en voortgangsrapport. Mede op basis daarvan bepaalt NLR de ruimtevaartstrategie voor de toekomst.

Innoveren op oorlogstempo

Hoe zet je een kortcyclisch innovatietraject (KCI) op, waarin je met snelle ontwikkelstappen iets compleet nieuws ontwerpt? Dat is de vraag achter SeaRush, het project van MARIN waarin binnen enkele maanden een 3D-geprinte USV werd ontwikkeld: een Uncrewed Surface Vessel, ofwel een onbemenst vaartuig. ▶



Het prototype van de Uncrewed Surface Vessel wordt getest.

MARIN, NLR, TNO

Probleem: technologische ontwikkelingen in oorlogsvoering volgen elkaar steeds sneller op, terwijl traditionele ontwikkeltrajecten bij Defensie veel tijd kosten. Daardoor is het lastig om snel op nieuwe dreigingen in te spelen.

TO2-oplossing: MARIN onderzoekt binnen SeaRush hoe innovatie veel sneller kan, door in korte cycli een onbemenst vaartuig (USV) te ontwerpen, te bouwen, te testen en te verbeteren.

Impact: SeaRush levert Defensie ervaring op met kortcyclisch innoveren én concrete kennis over onder meer 3D-geprinte vaartuigen en Nederlandse maritieme leveranciers die aan snelle ontwikkeling kunnen bijdragen.



'Defensie is snelle ontwikkeltrajecten niet gewend', vertelt projectleider Just Settels, 'terwijl de geopolitieke situatie steeds dreigender wordt. Daar kwam het idee uit voort dat het anders moet, dat we snel moeten kunnen inspelen op veranderingen in de wereld om ons heen.' Dat idee kwam in een stroomversnelling door de oorlog van Rusland tegen Oekraïne. Daar is de oorlogsvoering op het water sterk veranderd door de inzet van onbemenste eenheden en spelen USV's een belangrijke rol. Drones, USV's en andere wapens worden er soms binnen enkele weken aangepast en verbeterd.

Snelle ontwikkeling

Settels: 'De gedachte van het SeaRush-project is: laten we kijken of we snel een kleine, niet al te dure, onbemenste boot kunnen produceren. Daarnaast wilden we ook de maritieme maakindustrie in Nederland in kaart brengen. Want het einddoel is om te zorgen dat we in tijden van spanning en schaarste aan geld, personeel en tijd, toch snel en schaalbaar USV's kunnen maken.' Stap één daarbij was om te kiezen voor 3D-printen. 'Omdat het een goede manier is om vanuit een idee snel naar een prototype te komen en aanpassingen te doen.' De 3D-printspecialist is het bedrijf IMPACD Boats in Woudsend. De romp wordt geprint uit een kunststof die versterkt is met glasvezels, liggend op een stellage, terwijl de printrobot over een onderliggende rail rijdt.

6 meter-prototype

Welke missies de boot precies moest uitvoeren, werd in dit stadium niet vastgelegd. Settels: 'De makkelijkste optie is natuurlijk om hem vol te laden met springstof, waarmee de boot zelf het wapen wordt. Maar je kunt ook denken aan het afvuren van raketten en munitie, of drones vanaf het dek laten opstijgen en er weer laten landen.' Met TO2-partner NLR wordt gezamenlijk onderzoek gedaan naar die laatste optie. Het eerste plan was een USV van 6 meter lang, zegt Settels, maar die bleek uiteindelijk te klein om alle benodigde apparatuur te herbergen. Na het 6-meterprototype, dat de mechanische tests succesvol doorstond, ontwikkelde het team in 2025 binnen enkele maanden een boot van 8 meter die ook daadwerkelijk heeft gevaren.

'De USV moet zelfstandig in formatie varen met een moederschip'

Beproeving op zee

Na deze succesvolle ontwikkeling kwam in januari 2026 het verzoek om mee te doen aan de militaire oefening MUST (Maritime Uncrewed Sea Trials) in juni op de Noordzee, maar dan met een groter prototype. Settels: 'De Noordzee kent ruige omstandigheden: het kan er aardig spoken, dus dan is 8 meter eigenlijk te klein.' De deadline was strak, dus de ontwikkeling van de 12-meterboot ging zelfs nog sneller. Settels: 'De USV moet zelfstandig in formatie kunnen varen met een moederschip en voorspelbaar zijn gedrag bepalen.' In 2022 was MARIN samen met kennispartner TNO al begonnen met het ontwikkelen van de besturingssoftware, KNOWONE. Die software, uitgebreid getest bij MARIN, werd uiteindelijk aangepast en gebruikt aan boord van de twee 12-meterprototypes, FENDER 1 en 2.

Problemen snel oplossen

Settels: 'De motoren zijn omgebouwde BMW-automotoren van Diemmax in Kootwijkerbroek, een relatief klein bedrijf. Die keuze was bewust: bij een grote leverancier vindt de Research & Development afdeling het vaak ingewikkeld als je dingen wilt aanpassen, maar bij Diemmax werden problemen snel opgelost. Ze hadden er twee software-engineers op zitten en hadden hun softwareprotocollen compleet voor ons opengesteld.' Met veel inzet werd de deadline gehaald. Settels: 'De oefening was een succes, de USV's hebben in formatie gevaren. We hebben er veel van geleerd. Tijdens de tests moesten we technische onderdelen soms ter plekke repareren of aanpassen. Het was een intense leerervaring. Alle systemen kunnen kapotgaan tijdens een oefening. We hebben bijvoorbeeld problemen gehad met het stuursysteem en geleerd hoe kwetsbaar elektrische stekkerverbindingen zijn. Die kunnen altijd lostrillen, zeker als een boot op de Noordzee flinke klappen te verduren krijgt.'

Weken van 80 uur

De inzet op kortcyclische innovatie is goed uitgepakt, maar vraagt wel veel van mensen. 'We hebben deze prototypes in sneltreinvaart ontwikkeld, maar je kunt niet permanent weken van 80 uur vragen van mensen', zegt Settels. Toch gaat SeaRush wel door, aanvankelijk in een rustiger tempo. 'De volgende stap is meedoen aan een grote internationale oefening in Portugal, daarvoor moeten we weer verder werken aan de aansturing van de schepen.' In de toekomst moeten zwermen van USV's, ieder met een eigen specialiteit, meevaren met een fregat en zelfstandig taken uitvoeren, om vervolgens weer in te voegen in de formatie. Settels: 'Die toekomst is nog ver weg, maar wij hebben wel de prototypes geleverd. En ook hebben we gemerkt dat de ideeën over wat je ermee kunt, juist ontstaan als je er daadwerkelijk mee gaat werken. Want je kunt hier heel lang over nadenken, maar uiteindelijk moet je het ook gewoon gaan doen.' ■



Wie: MARIN, IMPACD Boats, CEAD Delft, Diemmax, Ultraflex, Holland Nautic, TNO, NLR.

Looptijd: vanaf 2024.

Vervolg: deelname aan een marine-oefening in Portugal waarbij de FENDERS zelfstandig in formatie varen, verdere ontwikkeling van zelfstandig varende USV's die deel kunnen nemen aan militaire missies. MARIN ontwikkelt prototypes, maar daadwerkelijke militaire missies vallen onder de Koninklijke Marine.

Van jaren naar weken: sneller innoveren voor Defensie

Militaire technologie ontwikkelen kost vaak jaren, terwijl drones en bijbehorende software soms binnen weken veranderen. Defensie vroeg kennisinstituten hoe zij militaire innovatie kunnen versnellen. Bij NLR leidde dat tot de Quick Response Drone Facility (QRDF). ▶

NLR, TNO EN MARIN

Probleem: drone-technologie ontwikkelt zich razendsnel, terwijl traditionele onderzoeks- en ontwikkeltrajecten vaak jaren duren. Het ministerie van Defensie heeft behoefte aan veel snellere innovatie.

TO2-oplossing: met de Quick Response Drone Facility brengt NLR kennis, experts en testfaciliteiten samen om urgente vragen van Defensie direct op te pakken.

Impact: nieuwe dronefunctionaliteiten en prototypes kunnen binnen enkele weken worden ontwikkeld, getest en opgeleverd. Het streven is om binnen vier tot zes weken resultaat te boeken.

De aanleiding is volgens Jorrit van den Eerenbeemt, projectmanager op het gebied van onbemande systemen bij NLR, duidelijk. 'De wereld verandert. Nederland bereidt zich voor op een situatie waarin we niet meer vanzelfsprekend in vrede leven. Toen kwam ook de vraag aan kennisinstellingen: wat kunnen jullie betekenen als Nederland betrokken raakt bij een gewapend conflict?' Die vraag kwam op het juiste moment. NLR onderzocht al hoe projecten die normaal anderhalf tot twee jaar duren, veel sneller uitgevoerd kunnen worden. 'Bij drones zagen we dat we sowieso sneller stappen moesten maken. Juist daar gaat de ontwikkeling enorm hard.'

Meteen aan de slag

Het uitgangspunt van QRDF is dat een urgente vraag niet eerst maanden door een organisatie hoeft voordat onderzoekers kunnen beginnen. Er is budget beschikbaar en binnen NLR kan snel capaciteit worden vrijgemaakt. Van den Eerenbeemt: 'Als een vraag vanuit het ministerie van Defensie binnenkomt, kijk ik welke expertise nodig is en wie daarvoor direct beschikbaar is. Binnen één of twee dagen willen we scherp hebben wat het probleem is en hoe we het zo snel mogelijk kunnen oplossen. Als daar akkoord op komt van Defensie, beginnen we direct.' Het streven is om binnen vier tot zes weken resultaat te leveren. Dat hoeft niet altijd een compleet nieuw dronesysteem te zijn. 'Het kan een prototype of nieuwe functionaliteit zijn, maar ook technologie die een bedrijf heeft ontwikkeld en die heel snel getest moet worden om te bepalen of die een volgende stap kan maken.' Die snelheid vraagt bij NLR ook om een andere manier van werken. 'Normaal werken mensen hier aan vijf of zes projecten tegelijk. Bij QRDF geven we een vraag vanuit Defensie volledige prioriteit. Andere projecten gaan aan de kant en mensen werken hier dan fulltime aan.'

Startups

NLR neemt daarbij niet de rol van bedrijven over. 'Wij maken uiteindelijk geen eindproducten; dat doen bedrijven. Wij zijn een onderzoeksinstelling. We kunnen wel snel een prototype leveren of samen met een bedrijf stappen zetten met een bestaand product.' Juist voor startups en kleinere bedrijven kan dat volgens Van den Eerenbeemt belangrijk zijn. Zij lopen bij drones vaak voorop, maar hebben niet altijd alle specialistische kennis of testfaciliteiten in huis. 'Stel dat een bedrijf bezig is met productie en er blijkt ineens een technisch probleem te zijn. Dan kunnen wij samen met dat bedrijf dat probleem oplossen of een verbetering doorvoeren, zonder dat het enorme impact heeft op hun eigen capaciteit.'



'Binnen een of twee dagen willen we scherp hebben wat het probleem is'

Marknesse

De locatie van NLR in Marknesse speelt een belangrijke rol. Boven en rond het terrein ligt een gesloten luchtruim, waardoor ook experimentele drones kunnen worden getest die nog niet volledig

NLR onderzocht hoe drones stiller én met 3D-printtechniek geproduceerd kunnen worden



Enkele opgestelde drones uit de NLR-vloot bij de lancering van de QRDF.

gecertificeerd zijn. Daarnaast beschikt NLR er onder meer over een landingsbaan en het Drone Centre. Voorafgaand aan de officiële lancering van QRDF in mei 2025 werden al verschillende projecten uitgevoerd. Zo werd software getest waarmee drones autonoom obstakels kunnen ontwijken en zonder GPS hun positie kunnen bepalen. Ook onderzocht NLR hoe drones stiller kunnen worden en hoe een 3D-geprinte drone geproduceerd kan worden.

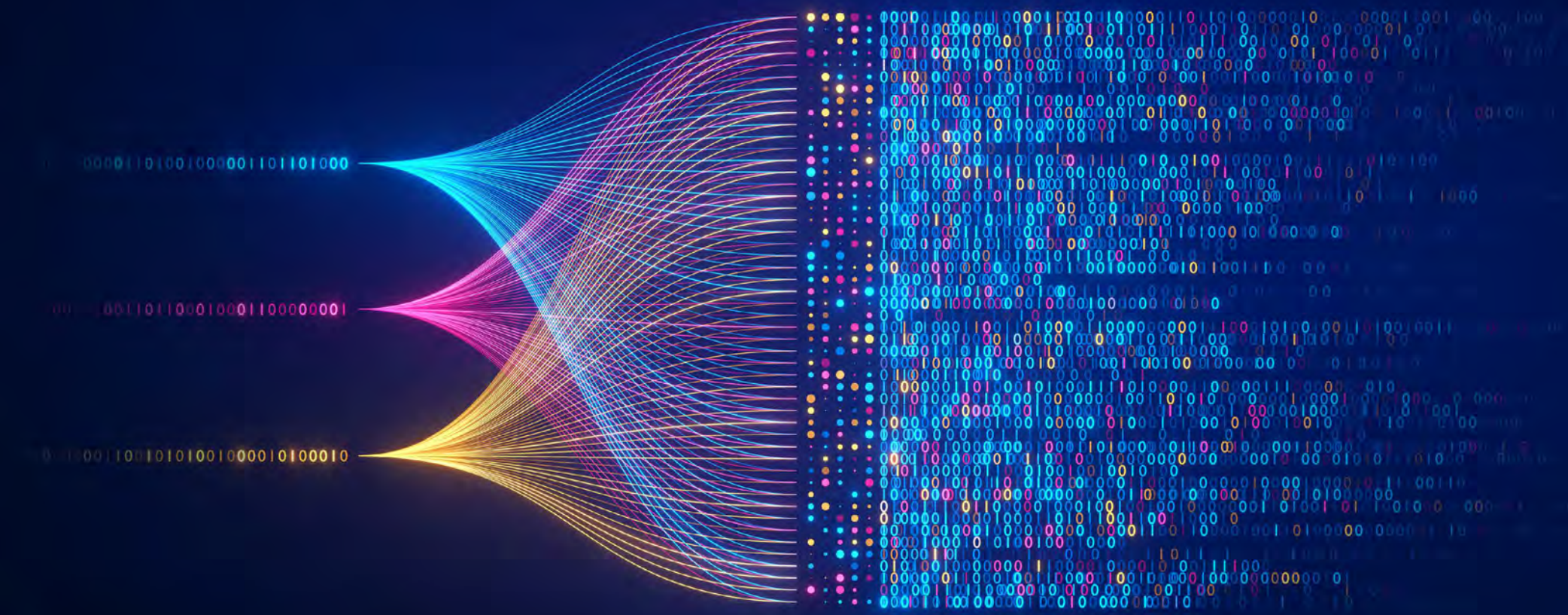
Samen leren

QRDF staat niet op zichzelf. Defensie vroeg ook TNO en MARIN om te onderzoeken hoe zij in tijden van conflict sneller kunnen bijdragen aan militaire innovatie. MIND, onderdeel van het Commando Materieel en IT (COMMIT), initieerde daarvoor pilots met de drie kennisinstituten. 'MIND is in principe onze opdrachtgever geweest en is dat nog steeds', zegt Van den Eerenbeemt. De instituten doen dat ieder vanuit hun eigen expertise. TNO richt zich met ISR at the Edge op het sneller verwerken van sensordata met AI aan boord van onbemande systemen. MARIN ontwikkelt binnen SeaRush (zie ook artikel op pagina 50) onbemande vaartuigen die snel kunnen worden gebouwd, getest en verbeterd. De kennisinstituten zoeken elkaar daarbij ook op. Zo bracht NLR bij SeaRush kennis in over materialen en productietechnieken. Met TNO worden ervaringen gedeeld over wat deze kortcyclische manier van werken vraagt van een onderzoeksorganisatie. ■

Wie: NLR, TNO, MARIN, ministerie van Defensie, maar ook startups en industriële partners, zoals Smooth Stone Dynamics dat zich bezighoudt met geavanceerde visualisaties en 3D-technologie.

Looptijd: doorlopend.

QRDF-lancering



De kracht van gedeelde data, modellen en rekenkracht

Steeds meer data biedt nieuwe kansen voor onderzoek. DigiLab TK helpt wetenschappers om data uit verschillende organisaties veilig te delen en te combineren. Zo vinden ze sneller antwoorden op vragen over klimaat, mobiliteit en cultureel erfgoed. ▶

TO2-FEDERATIE

Probleem: onderzoekers beschikken over steeds meer waardevolle data, maar die is vaak verspreid over verschillende kennisinstellingen. Het combineren van datasets, modellen en rekenkracht kost veel tijd, omdat organisaties ieder hun eigen systemen, standaarden en afspraken hebben. Daardoor blijven kansen liggen om sneller nieuwe kennis te ontwikkelen en complexe maatschappelijke opgaven te onderzoeken. Nationaal en internationaal (Europees) vormt dit een obstakel voor versnelde innovatie en groei.

TO2-oplossing: DigiLab Toegepaste Kennis (DigiLab TK) ontwikkelt een digitale infrastructuur waarin de vijf TO2-instituten en vijf kennisinstellingen data, modellen en rekenkracht veilig kunnen delen met elkaar en hun onderzoekspartners. Organisaties blijven eigenaar van hun eigen gegevens en bepalen wie tot welke digitale informatie en middelen toegang krijgt en waarvoor.

Impact: onderzoekers kunnen sneller samenwerken aan vraagstukken waar meerdere kennisinstellingen aan werken rond onder andere klimaat, water, biodiversiteit, gezondheid, milieu, weerbaarheid, mobiliteit, energievoorziening, infrastructurele opgaven en cultureel erfgoed. Dat levert tijdwinst en betere inzichten op.

Geen enkele onderzoeksinstelling heeft alle kennis of data in huis om de grote uitdagingen van deze tijd alleen op te lossen. Daarom brengt DigiLab TK onderzoekers dichter bij elkaar. ‘Juist door data, modellen en rekenkracht slimmer te combineren, kunnen onderzoekers sneller tot nieuwe inzichten komen’, zegt programmamanager Bas van Vossen van DigiLab TK. Het is een gezamenlijk initiatief van de vijf TO2-instituten en vijf rijkskennisinstellingen: KNMI, RIVM, Naturalis, de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en het Nederlands Forensisch Instituut. Met een investering van 50 miljoen euro ontwikkelt het consortium de komende vijf jaar een digitale onderzoeksomgeving waarin samenwerking eenvoudiger en vanzelfsprekender wordt.

Afsprakenstelsel

Wie de naam DigiLab Toegepaste Kennis hoort, denkt misschien aan een nieuw onderzoekscentrum vol servers en datacenters. ‘DigiLab TK is geen gebouw’, legt Van Vossen uit. ‘Het is gedeelde digitale infrastructuur en rekenkracht met alle benodigde afspraken waarmee instellingen hun eigen data en infrastructuur behouden, maar deze meer op elkaar afstemmen en veilig digitaal met elkaar verbinden. Data wordt breed vindbaar en gecontroleerd beschikbaar gemaakt voor onderzoekers en hun geautomatiseerde processen en computeralgoritmen. Naast afspraken over infrastructuur horen daar ook afspraken bij over wat kan en mag, wie dat bepaalt en hoe.’ Alle deelnemers blijven zeggenschap houden over hun eigen gegevens. Juist dat is een belangrijk uitgangspunt. Onderzoekers hoeven straks niet langer allerlei datasets handmatig op te vragen of steeds opnieuw tijdrovende afspraken te maken over bestandsuitwisseling. De digitale infrastructuur moet ervoor zorgen dat data, modellen en rekenkracht beschikbaar komen waar ze nodig zijn, zonder dat organisaties de controle over hun informatie verliezen.

Broeikasgassen

Een goed voorbeeld is de monitoring van broeikasgassen boven Nederland. Hiervoor worden metingen uit de atmosfeer verzameld door het KNMI, RIVM, Wageningen Research, TNO, Deltares en Naturalis. Deze metingen worden gebruikt in hun modellen en analyses. Binnen het FTO Duurzaamheidproject werken deze





Bas van Vossen en Stephanie Rolvink van DigiLab TK.

‘Als we gegevens combineren, krijgen we sneller inzicht in hoe broeikasgassen zich gedragen’

organisaties al enkele jaren aan het upgraden van hun monitoringsfaciliteiten. Om tot landelijke monitoring te komen moeten de meetgegevens vanuit de verschillende instituten op een bruikbare manier met elkaar kunnen worden verbonden. DigiLab TK kan daarbij helpen door data, modellen en rekenkracht op een gestandaardiseerde en veilige manier beschikbaar te maken, terwijl organisaties de controle over hun eigen informatie houden. ‘Als we die gegevens kunnen combineren, krijgen we veel sneller inzicht in hoe broeikasgassen zich gedragen en welk effect maatregelen hebben op het klimaat.’ Hetzelfde geldt voor bijvoorbeeld biodiversiteit. Er worden enorme hoeveelheden gegevens verzameld over planten, dieren en ecosystemen. Door die informatie te koppelen aan gegevens over stikstof, waterkwaliteit of klimaat, ontstaat een vollediger beeld van de effecten. Volgens Van Vossen zit daar precies de kracht van DigiLab TK. Op alle terreinen komt snel meer data beschikbaar, onder meer via sensoren en geavanceerde meettechnieken, variërend van kwantum- en nanosensoren tot satellieten. AI en machine learning nemen een vlucht waardoor modellen diverser, geavanceerder en meer verweven worden. Reken- en analysemogelijkheden via rekenkracht bij de bron van grote hoeveelheden data worden steeds relevanter.

'Je wilt eigenlijk niet meer met data slepen'

DigiLab TK is een antwoord op deze ontwikkelingen en biedt de mogelijkheid om effectief samen te werken met de data, algoritmen, modellen en rekenkracht. DigiLab TK vormt zo een essentiële schakel om innovatiekracht te verhogen en nog meer impact te maken.

Cultureel Erfgoed

Juist de samenwerking tussen uiteenlopende kennisinstellingen levert verrassende nieuwe mogelijkheden op. Neem de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Op het eerste gezicht lijkt die misschien weinig raakvlakken te hebben met organisaties die zich bezighouden met klimaat of water. Toch is die connectie er wel degelijk. Nederland telt duizenden monumenten die op houten funderingspalen staan. Veranderingen in de grondwaterstand kunnen grote gevolgen hebben voor de staat van deze gebouwen. Tegelijkertijd beschikt de Rijksdienst over omvangrijke digitale informatie over bodemlagen en monumenten. Door deze gegevens te combineren met modellen van Deltares of klimaatgegevens van het KNMI ontstaan nieuwe inzichten over historische relaties tussen de maatschappij en omgang met water- en klimaatverandering, en wat we daarvan kunnen leren voor de toekomst. 'Dat zijn typisch de verbindingen die met DigiLab TK sneller te maken zijn.'

Slimmer rekenen

DigiLab TK draait niet alleen om data, maar ook om modellen. Bij complexe vraagstukken, bijvoorbeeld rond defensietoepassingen zoals het zo autonoom mogelijk kunnen opereren van drones vanaf bewegende schepen op zee, werken verschillende organisaties met modellen van Defensie en grote hoeveelheden rekenwerk. Nu worden bestanden soms nog letterlijk fysiek (Van Vossen: 'met een USB-stick') overgebracht omdat veiligheidsregels dat vereisen. In de toekomst moet het mogelijk worden om onderzoekers veilig binnen elkaars digitale omgeving te laten werken, zonder dat alle data hoeft te worden gekopieerd. 'Je wilt eigenlijk niet meer met data gaan slepen', zegt Van Vossen. 'Veel slimmer is het om je model naar de data te brengen, daar de berekeningen uit te voeren en alleen de resultaten terug te sturen.' Dat maakt samenwerking niet alleen veiliger, maar ook veel efficiënter. De opkomst van AI onderstreept het belang van DigiLab TK. Om slimme toepassingen te ontwikkelen, zijn grote hoeveelheden betrouwbare en goed toegankelijke data nodig. DigiLab TK zorgt ervoor dat onderzoekers informatie eenvoudiger kunnen vinden, combineren en gebruiken. 'Als onderzoekers data eenvoudiger kunnen vinden en gebruiken, ontstaan er veel meer mogelijkheden om AI verantwoord in te zetten. Voor de instituten betekent DigiLab TK meer dan nieuwe technologie. Het vraagt

MARIN: simulaties en metingen slimmer combineren



'Voor MARIN maakt DigiLab TK het mogelijk om eigen data, simulaties en modellen veilig te combineren met die van andere kennisorganisaties en klanten, met goede beveiliging en duidelijke afspraken over wie toegang krijgt tot welke gegevens. Zo kunnen bijvoorbeeld gegevens over schepen worden gekoppeld aan kennis over meteorologie, ecologie en ruimtelijke ordening. Dat helpt MARIN om de scheepvaart veiliger en duurzamer te maken. MARIN investeert vanuit DigiLab TK ook in nieuwe rekencapaciteit en werkt daarbij samen met WUR en NLR. Die samenwerking helpt om voldoende rekenkracht beschikbaar te houden voor onderzoek. Tegelijk brengt DigiLab TK onderzoekers van verschillende kennisinstituten dichter bij elkaar. Ze weten elkaar daardoor ook buiten digitale projecten steeds beter te vinden.'
Timo Verwoest, Manager Digital Services MARIN

NLR: veilig samenwerken met vertrouwelijke data



'Met DigiLab TK kunnen we data, modellen en rekenkracht veilig delen, terwijl ieder instituut de regie houdt over zijn eigen gegevens. Nu zijn daarvoor vaak nog ad-hocoplossingen nodig. DigiLab TK zorgt voor een gezamenlijke infrastructuur en afspraken over bijvoorbeeld eigenaarschap en beveiliging. Voor NLR is vooral belangrijk dat we die infrastructuur op termijn ook kunnen gebruiken voor gerubriceerde of vertrouwelijke onderzoeksgegevens, bijvoorbeeld uit defensieonderzoek.'
Laurens van Rijn, Manager Supporting Services NLR



Met de kick-off bij Deltares is op 2 maart 2026 officieel het startsein gegeven voor DigiLab Toegepaste Kennis.

ook om een cultuurverandering. Onderzoekers moeten data en modellen vaker beschikbaar stellen. Dit begint bij het besef op alle niveaus in de organisaties hoe ingrijpend de explosieve groei van data en rekenkracht de manier van onderzoek doen en impact maken verandert. Datamanagement moet de komende jaren bij alle directies en leidinggevenden topprioriteit krijgen om mee te kunnen en aan verwachtingen te blijven voldoen.'

Samen leren

DigiLab TK draait niet alleen om technologie, maar ook om mensen. De samenwerking brengt onderzoekers uit verschillende organisaties dichter bij elkaar. Ze wisselen kennis uit, leren van elkaars ervaringen en vinden elkaar sneller bij nieuwe vraagstukken. 'We merken dat we allemaal tegen dezelfde vragen aanlopen. Door die samen op te lossen, kom je veel verder dan wanneer iedere organisatie het alleen doet.' Tegelijkertijd is dit geen technische opgave alleen. Het vraagt ook om vertrouwen tussen organisaties en de bereidheid om data daadwerkelijk te delen, iets wat in de praktijk nog niet vanzelfsprekend is.

'We merken dat we allemaal tegen dezelfde vragen aanlopen'

Eén druk op de knop

Waar staat DigiLab TK over vijf jaar? Van Vossen: 'Het zou mooi zijn als onderzoekers per project niet eerst drie maanden bezig zijn om afspraken te maken over datatoegang, maar dat samenwerking binnen een paar dagen of liefst met een paar drukken op de knop geregeld kan zijn.' Onderzoekers krijgen sneller overzicht over beschikbare data en de kwaliteit daarvan, hoe ze toegang kunnen krijgen, en welke afspraken daarbij gelden. Ze kunnen zich richten op waar het uiteindelijk om draait: sneller antwoorden vinden op complexe maatschappelijke vragen of innovatievraagstukken met de industrie. DigiLab TK wordt niet alleen ontwikkeld voor de betrokken kennisinstellingen, maar ook voor inzet met en door partners en klanten van hun toegepaste onderzoek. DigiLab TK kijkt daarbij ook over de landsgrenzen heen. Via SURF sluit het aan op de EOSC-node (European Open Science Cloud), een Europees netwerk voor het delen en gebruiken van onderzoeksdata. Daardoor kunnen onderzoekers op termijn gemakkelijker gebruikmaken van kennis en gegevens uit Nederland én andere Europese landen. ■

DigiLab TK

Wie: TO2-instituten (Deltares, MARIN, NLR, TNO en Wageningen Research) en KNMI, RIVM, Naturalis, de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en het Nederlands Forensisch Instituut.

Looptijd: 2026-2030 (5 jaar).

Budget: € 50 miljoen (ministerie van Economische Zaken en Klimaat).

Vervolg: de komende jaren werkt DigiLab TK praktijktoepassingen verder uit en worden afspraken gemaakt over veilige datadeling, standaarden en digitale infrastructuur. Daarbij werkt het consortium nauw samen met kennispartner SURF, dat de verbinding legt met de European Open Science Cloud (EOSC). Zo sluit DigiLab TK straks ook aan op de Europese digitale onderzoeksinfrastructuur.

DigiLab Toegepaste Kennis



Kennis als strategische kracht

Nederland en Europa werken aan een sterke economie, meer technologische autonomie en een weerbare samenleving, terwijl klimaatverandering om ingrijpende aanpassingen vraagt. Omdat die opgaven steeds sterker samenhangen, bundelen de vijf TO2-instituten hun kennis om sneller tot oplossingen te komen en de positie van Nederland in Europa te versterken. ▶

‘TNO ontwikkelde Fast Track, dat bedrijven snel toegang geeft tot kennis en faciliteiten’

Europa wil voor belangrijke grondstoffen en technologie minder afhankelijk zijn van andere delen van de wereld, bijvoorbeeld bij batterijen en computerchips. Tegelijkertijd staat de concurrentiekracht van de Europese economie onder druk en vraagt klimaatverandering om grote aanpassingen. Juist in dat complexe krachtenveld komen de vijf TO2-instituten – Deltares, MARIN, NLR, TNO en WUR – goed tot hun recht. Met hun verschillende expertises kunnen zij kennis verbinden en vertalen naar oplossingen voor overheid, bedrijven en samenleving.

10.000 medewerkers

Samen hebben de instituten ruim 10.000 medewerkers. Hun werkterrein loopt van klimaat en voedsel tot energie, digitalisering en veiligheid. Wat hen bindt, is toegepast onderzoek: kennis vertalen naar oplossingen die bedrijven, overheden en samenleving kunnen gebruiken. Daarvoor is steeds vaker expertise uit meerdere vakgebieden nodig. Deltares onderzoekt bijvoorbeeld hoe extreem weer kan doorwerken in vitale infrastructuur. Uitval op één plek kan gevolgen hebben voor andere voorzieningen. Ook bij weerbaarheid komen verschillende terreinen samen. Dat gaat niet alleen over defensie, maar ook over energie, de voedselketen en infrastructuur die onder moeilijke omstandigheden moeten blijven functioneren. Juist bij zulke vraagstukken weten de TO2-instituten elkaar sneller te vinden.



Scherpere keuzes

Dat betekent niet dat voortaan ieder project door alle vijf instituten wordt uitgevoerd. Veel onderzoek hoort vanzelfsprekend bij één instituut. De samenwerking wordt vooral belangrijk waar disciplines elkaar raken – en waar Nederland keuzes moet maken. Welke grote onderzoeksfaciliteiten zijn de komende jaren nodig? Wat kan gezamenlijk? Op welke nieuwe technologie moet Nederland inzetten? En bij welke Europese ontwikkelingen is een gezamenlijke positie belangrijk? De TO2-federatie wil zulke keuzes vaker samen maken. Niet alleen om dubbel werk te voorkomen, maar ook om mensen, kennis en kostbare faciliteiten daar in te zetten waar ze het meeste verschil kunnen maken.

Van kennis naar praktijk

Dat is ook van belang voor het Nederlandse bedrijfsleven. Vooral mkb, startups en scale-ups beschikken lang niet altijd zelf over specialistische kennis, testmogelijkheden of onderzoeksfaciliteiten. TNO ontwikkelde daarom de Fast Track-aanpak, die bedrijven snel toegang geeft tot kennis en faciliteiten. Inmiddels wordt die aanpak ook bij WUR toegepast. Bij TNO waren er afgelopen jaar ruim 700 intakes en werden 182 projecten succesvol afgerond. De stap van onderzoek naar toepassing speelt op veel terreinen. Binnen het Europese project OPTIMA werden bijvoorbeeld technieken door WUR ontwikkeld om plantenziekten eerder te herkennen. Telers kunnen daardoor gerichter ingrijpen en minder chemische middelen gebruiken. Nieuwe bedrijvigheid rond energie, voedsel, hightech en defensie kan bovendien bijdragen aan een economie die minder afhankelijk is van technologie en kennis van buiten Europa.

Europa als werkterrein

Nederland kan die positie niet alleen opbouwen. Veel technologie is inmiddels zo complex en kostbaar dat Europese samenwerking noodzakelijk is. Nederlandse onderzoekers en bedrijven krijgen zo toegang tot kennis en expertise elders in Europa, terwijl Nederlandse ▶

'De instituten willen makkelijker gebruikmaken van elkaars kennis, faciliteiten en ervaring'





technologie via dezelfde netwerken zijn weg naar andere landen vindt. Schiphol was binnen het Europese project TULIPS bijvoorbeeld een proeftuin voor duurzamere luchtvaart. NLR werkte er met partners aan oplossingen die ook op andere Europese luchthavens kunnen worden gebruikt. Binnen SeaRush ontwikkelt en test MARIN onbemande vaartuigen in korte cycli. Met 3D-printen kunnen snel prototypes worden gemaakt en aangepast. NLR levert binnen hetzelfde project kennis over materialen en productietechnieken. Technologische autonomie betekent daarbij niet dat Europa alles zelf moet kunnen. Wel dat cruciale kennis en technologie beschikbaar blijven wanneer dat nodig is.

Stem in Brussel

Die Europese samenwerking gaat niet alleen over onderzoeksprojecten. TO2 wil ook eerder betrokken zijn bij de keuzes die in Brussel worden gemaakt. Dat speelt nu rond FP10, het Europese programma voor onderzoek en innovatie voor 2028–2034. De prioriteiten en budgetten daarvoor worden de komende tijd bepaald. De TO2-federatie heeft daarom een gezamenlijk position paper opgesteld waarin zij aandacht vraagt voor toegepast onderzoek.

Voor TO2 zit daar een belangrijk punt. Tussen wetenschappelijke kennis en een innovatie die in de praktijk werkt, zit vaak nog een lange weg van testen, demonstreren en doorontwikkelen. Juist voor die fase zijn onderzoeksfaciliteiten en praktijkproeven nodig. Ook rond onderwerpen als klimaatadaptatie, defensie en voedselzekerheid wil de federatie vaker gezamenlijk optrekken richting Brussel en Den Haag.

Samen meer kunnen

De samenwerking binnen TO2 hoeft niet te leiden tot één groot onderzoeksinstituut. De kracht zit juist in de verschillende specialismen van Deltares, MARIN, NLR, TNO en WUR. Wel willen de instituten makkelijker gebruikmaken van elkaars kennis, faciliteiten en ervaring. Dat geldt voor onderzoeksprojecten, maar bijvoorbeeld ook voor personeel en de samenwerking met startups. DigiLab is daar een voorbeeld van. De instituten houden hun eigen kennis en data, maar kunnen die veilig delen en combineren wanneer een vraagstuk daarom vraagt. Precies daarin zit de kracht van de federatie: niet alles samen doen, maar samen meer kunnen. ■

Strategisch kader 2026-2029

Colofon

TO2MORROW is een uitgave van de samenwerkende organisaties voor toegepast onderzoek, verenigd in de TO2-federatie. Zij vormen de schakel tussen kennis en innovatie in dienst van overheid, bedrijfsleven en maatschappij.
©2026.

Meer informatie:
www.to2-federatie.nl.

Tekst en redactie:
TO2, ministerie EZK en Maters & Hermsen.

Eindredactie en vormgeving:
Maters & Hermsen

Beeld:
Deltares, MARIN, NLR, TNO, WUR, TO2, iStock, Ivar Pel, Niels Blekemolen, Guus Schoonewille, Kim Gommans

Deltares
MARIN BETTER SHIPS, BLUE OCEANS
nlr Accelerating the future of aerospace
TNO innovation for life
WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH