

Impact story

# Radarsystemen die uit de toekomst lijken te komen



**TNO** innovation  
for life

## Wat is een impact story?

Het kan wel vijf tot twintig jaar duren voor een technologische innovatie daadwerkelijk het verschil maakt. Bij TNO weten we dat maar al te goed. Zo ook dat er veel kapitaal en expertise nodig is om van idee tot toepassing te komen. Hoewel niet elk innovatietraject tot een succesvolle marktintroductie leidt, zijn er ook zeer tot de verbeelding sprekende succesverhalen. Daarbij gaat het om technologische innovaties die niet alleen geld opleveren, maar die vooral ook een positieve impact hebben op de maatschappij. Maar daar is dus wel veel geduld en doorzettingsvermogen voor nodig. Hoe het er in de praktijk aan toegaat? Dat laten we zien via een aantal Impact stories: verhalen waarin TNO'ers en samenwerkingspartners terugblikken op de ontwikkeling van technologische innovaties die zich na een lange aanloop op een overtuigende manier hebben bewezen.

Bij het woord radar zien veel mensen nog altijd beelden van een ronddraaiende antenne voor zich. Dat is niet zo gek, want lange tijd was dat de enige manier om een omgeving 360 graden in beeld te brengen. Het grote nadeel: het draaien van zo'n radarantenne duurt meerdere seconden. Gebeurt er gedurende die tijd iets aan de andere kant van die antenne? Dan is dat even niet in zicht. In de huidige wereld, waar tijdens conflicten soms hypersonische raketten worden ingezet die zeer hoge snelheden halen, is een roterende radar echt geen optie meer. Elke milliseconde telt. Daarbij moet een radarsysteem ver kunnen 'kijken' om mogelijke bedreigingen in een vroegtijdig stadium te detecteren. Dat alles vraagt om een ander soort radar-technologie. Actieve phased-array radars, bijvoorbeeld (dit lichten we later nog toe). Goed dus om te weten dat veel Nederlandse radarsystemen al sinds het begin van dit millennium voorzien zijn van die technologie en dat er nieuwe radars aan zitten te komen die zo geavanceerd zijn dat ze wel uit de toekomst lijken te komen. We lopen daarmee ver voor op andere landen. Maar daar was wel een lange aanloop voor nodig: ruim dertig jaar geleden legden het ministerie van Defensie, Thales (destijds nog Hollandse Signaalapparaten) en TNO de basis voor een nieuwe benadering van radartechnologie.

## En het is niet overdreven om te zeggen dat Nederland haar huidige baanbrekende radartoepassingen voor een groot deel aan die nauwe samenwerking heeft te danken.

### Nieuw soort bedreigingen

Anno 2024 kunnen bedreigingen overal vandaan komen. Naast conflicten die uitgevochten worden op land, zee en in de lucht, zijn ook de ruimte en cyberspace domeinen die goed verdedigd moeten worden. Buiten de uitdagingen die multi-domein oorlogvoering met zich meebrengt, zijn bij militaire aanvallen ook de projectielen wezenlijk van karakter veranderd. Met behulp van artificiële intelligentie vliegen steeds meer raketten en drones zelfstandig op hun doel af. Daarbij worden er tegenwoordig ook hypersonische raketten ingezet die snelheden tot Mach 6 (en wellicht

zelfs Mach 10) halen. Dat is dus drie tot vijf keer zo snel als de hoogste snelheid die de Concorde, het snelste passagiersvliegtuig ter wereld, kon halen. Een gecombineerde aanval, waarbij er in korte tijd zowel een grote hoeveelheid drones als raketten wordt afgevuurd, is vandaag de dag een regelmatig toegepaste strategie om luchtverdedigingssystemen te overbelasten. Bij die luchtverdedigingssystemen speelt de kwaliteit van de radar een cruciale rol. De huidige tijd vraagt om razendsnelle radarsystemen met een groot bereik en de capaciteit om meerdere bedreigingen uit meerdere richtingen te detecteren.

### Versterking van de krijgsmacht

Nederland gaat ten minste 2,4 miljard euro per jaar extra in de krijgsmacht steken, tot een totaal van 24 miljard euro. Met dat geld krijgt ons land weer een tankbataljon. Zo'n vijftig tanks. De luchtmacht krijgt zes extra F-35-straaljagers. En de Koninklijke Marine? Die gaat twee extra fregatten aanschaffen, inclusief gevechtshelikopters en onbemande vaartuigen om onderzeeboten van tegenstanders te bestrijden. Door die extra bestedingen aan defensie voldoet Nederland voor het eerst sinds lange tijd aan de NAVO-norm, waarbij de landen van dat bondgenootschap hebben afgesproken om minimaal 2 procent van hun bruto binnenlands product aan defensie uit te geven.

### Toen we nog bezuinigden op defensie

Zo'n tien tot vijftien jaar geleden zag de wereld er heel anders uit. Destijds waren er in ons land nog geen grote zorgen over geopolitieke ontwikkelingen die een dreiging vormden voor onze nationale veiligheid. Er waren wel andere zorgen, maar die waren vooral financieel van aard. De wereld was aan het herstellen van de gevolgen van de kredietcrisis en in Europa stond het terugdringen van overheidstekorten hoog op de politieke agenda. Waarom veel geld in defensie investeren als er geen concrete bedreigingen zijn? Destijds was dat voor veel Nederlandse politici een retorische vraag. Vanaf 2009 haalde Nederland de broekriem steeds steviger aan. Dat had ook gevolgen voor het defensiebudget. Zo werden in 2011 de tankbataljons volledig opgeheven. Bijna geen onderdeel van de Nederlandse krijgsmacht ontsnapte aan de bezuinigingen. Daarbij kwam ook het budget voor het ontwikkelprogramma voor radartechnologie onder druk te staan. Op dat moment had Nederland op het vlak van radartechnologie al een vooraanstaande positie. Er stond echt wat op het spel, want bij een te grote bezuinigingsslag zou die mooie positie weleens teloor kunnen gaan. Die luide en duidelijke waarschuwing vond in Den Haag gehoor: er werd weliswaar in het radarbudget gesneden, maar niet zo diep dat de plannen niet meer

konden worden uitgevoerd. En dat is maar goed ook, want anders zouden we nu in Nederland niet over het geavanceerdste radarsysteem ter wereld beschikken.

### Apar: een ander soort radar-systeem

Al diep in de vorige eeuw leefde er in ons land een grote wens om roterende radars te vervangen door exemplaren zonder bewegende onderdelen. Daar werden dan ook veel onderzoeken aan gewijd, waarbij de theorie regelmatig in laboratoria werd beproefd. Zo bouwde TNO bijvoorbeeld al in de jaren zeventig de fameuze CAISSA (Computer Assisted Inertialless Scanning System Array) passieve phased-array antenne. Deze antenne bestond uit heel veel antenne-elementen en kon zijn bundel elektronisch sturen, dus zonder de antenne te hoeven draaien. Maar er zouden nog verschillende doorbraken nodig zijn om dit principe op schepen toe te kunnen passen. De belangrijkste daarvan was de overgang naar een actieve phased-array antenne, waarbij ieder antenne-element zijn eigen versterkers heeft.

Ondanks de inspanningen en nieuwe inzichten, bleef de niet-roterende-radar op schepen lange tijd beperkt tot een concept dat zich maar lastig liet realiseren. Maar in 1993 kwam een en ander in een stroomversnelling. Dat was namelijk het jaar

waarin Canada, Duitsland en Nederland een overeenkomst ondertekenden voor de gezamenlijke ontwikkeling van een Active Phased Array Radar (APAR). Het ging om een multifunctioneel radarsysteem dat wezenlijk anders zou werken dan alle bestaande maritieme radarsystemen. In plaats van een systeem met één ronddraaiende zend- en ontvangstantenne zou de APAR een soort van kubus worden waarbij de vier verticale wanden uit veel kleine, niet bewegende antennes bestaan, waarbij de bundel elektronisch gestuurd wordt. Zo kunnen de antenne-elementjes ieder voor zich signalen uitzenden en ontvangen. Dat was althans het idee. Maar om dat ook technisch mogelijk te maken, moesten er eerst nog veel ingewikkelde uitdagingen worden overwonnen. Hollandse Signaalapparaten (het latere Thales Nederland) was de hoofdaannemer voor het internationale project. Al vrij snel ontstond er een zeer nauwe samenwerking tussen Hollandse Signaalapparaten, het ministerie van Defensie en TNO.

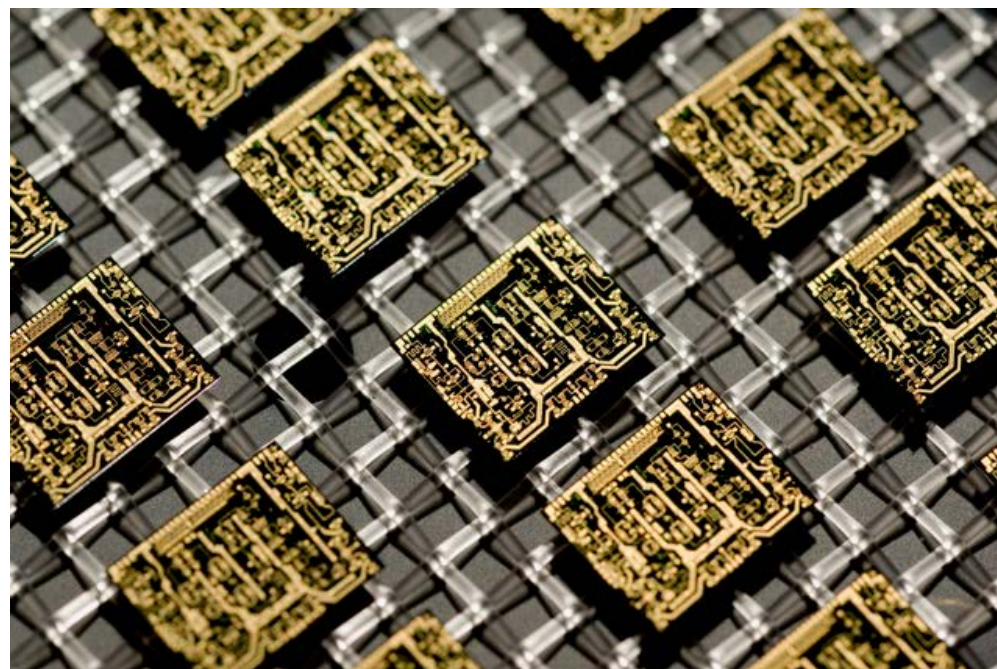
### Roadmaps die heilig zijn

De betrokkenheid van TNO was niet zo vreemd, want de Nederlandse krijgsmacht had al het onderzoek voor defensiedoel-einden aan dit kennisinstituut uitbesteed.

In andere landen deden krijgsmachten hun onderzoek nog zelf, binnen de eigen organisatie. Nederland liep daarin dus voorop. Nadat radarfabrikant Hollandse Signaalapparaten hoofdaannemer was geworden van het APAR-project en een intensieve samenwerking aanging met het ministerie van Defensie en TNO, ontstond er op het vlak van radarontwikkeling een krachtig en succesvol verbond dat tot op de dag van vandaag voortduurt. “Daarbij gaat het niet om een vrijblijvende samenwerking”, benadrukt Frank van Vliet, die als principal scientist bij TNO werkt en die daar al sinds 1992 onderzoek doet naar welke microgolfttechnologieën zich het best lenen voor nieuwe radarsystemen. “De samenwerking die midden jaren negentig ontstond, werd vanaf ongeveer 2002 structureel vastgelegd in roadmaps waarin we aangeven wat we de komende tien jaar gaan doen en welke radarsystemen er aan het eind van die periode gerealiseerd moet zijn. Die roadmaps zijn heilig. Dat moet ook, want zo’n ontwikkelingstraject kun je niet straffeloos onderbreken. Het weer opnieuw opstarten kost namelijk zoveel tijd dat het daarna praktisch onmogelijk wordt om nog op tijd een kwalitatief hoogwaardig radarsysteem op te leveren.”

### In de ban van microgolven

Frank van Vliet studeerde elektrotechniek aan de TU Delft en koos microgolfttechnologie als specialisatie. In 1992 voltooide hij cum laude zijn masterstudie. Hij ging voor TNO onderzoek doen naar een nieuw soort microchip die een cruciale rol zou kunnen spelen bij de ontwikkeling van een innovatief maritiem radarsysteem, en promoveerde in 1997. De focus van zijn werk bij TNO: onderzoek naar wat er op het vlak van microgolfttechnologie nodig is om roterende radarsystemen te kunnen vervangen door radars zonder bewegende onderdelen. Sinds 2007 is hij – naast zijn werk voor TNO – hoogleraar Microwave Integration (microgolfttechniek) aan de Universiteit Twente. Inmiddels werkt hij al 32 jaar voor TNO en zoekt hij samen met de experts binnen en buiten zijn afdeling naar nieuwe oplossingen voor microgolftproblemen om phased array-systemen te verbeteren.



Een GaAs core-chip MMIC dat analoge bundelvorming voor phased-arrays mogelijk maakt

**Door TNO ontwikkelde microchips**

Om een radarsysteem te bouwen waarbij de bundel elektronisch gestuurd wordt, zijn er microchips nodig. Speciale microchips. Bijvoorbeeld exemplaren die in staat zijn om de bundel te sturen of het vermogen van de radar te versterken. Bij de start van het APAR-project waren die chips toch wel de grootste uitdaging, want ze bestonden gewoonweg nog niet. Reguliere chips zijn van silicium gemaakt en werken met een lage spanning: minder dan twee volt. Maar voor radartoepassing is er juist veel spanning nodig. “Dus ontwierpen we de benodigde microchips zelf, binnen TNO”, geeft Van Vliet aan. “Die chips lieten we vervolgens maken door Nortel, een onderdeel van de Canadese telecommunicatiegigant. Daarbij ging het om exemplaren van gallium arsenide. Dat materiaal heeft andere eigenschappen dan silicium en is heel geschikt voor actieve phased-array radars.”

**Trots**

In het jaar 2000 werd APAR voor het eerst in gebruik genomen op een nieuw gebouwd Nederlands marineschip (een LCF: Luchtverdediging en Commando Fregat). Met succes. Waar er voorheen meerdere radarsystemen nodig waren, kon nu één multifunctioneel systeem alle functies uitvoeren, in het bijzonder voor situational awareness, doelaanwijzing en vuurleiding.

Daarna volgden nog veel meer van dergelijke systemen, waarbij er in de loop der tijd steeds weer vernieuwingen werden doorgevoerd. Van Vliet: “Wat we in de jaren negentig bedacht hebben, vormt nog steeds de basis voor alle radarsystemen van de Koninklijke Marine. Als ik nu in Den Helder ben en de marinevloot zie, ben ik er toch wel trots op dat al die schepen radarsystemen aan boord hebben waar door TNO ontwikkelde microchips in zitten.”

**Steeds sneller en slimmer**

Binnen TNO werkt er al sinds het begin van de jaren negentig een groep experts aan het ontwikkelen van microchips voor radarsystemen. De grootte van die groep fluctueerde door de tijd heen, maar op dit moment werken er zo'n 70 TNO'ers aan de ontwikkeling van nieuwe radarconcepten, waarvan ongeveer een kwart zich specifiek toelegt op de ontwikkeling van chips en algoritmes die ervoor zorgen dat radarsystemen in staat zijn om razendsnel en accuraat dreigingen te detecteren. “Dat wordt steeds belangrijker”, weet Van Vliet. “Aanvalswapens worden immers steeds sneller en slimmer. Daarbij moeten de huidige radarsystemen bijvoorbeeld ook het verschil zien tussen een drone en een vogel. Een drone flappert niet, dus daar kun je bij de classificatie gebruik van maken. Bij het detecteren van dreigingen, gaat het dus ook om dat soort zaken.”

**MMIC's die bijzondere functies mogelijk maken**

De microchips die TNO voor radarsystemen ontwikkelt, zijn niet zomaar chips, maar MMIC's. Dat is een afkorting voor Monolithic Microwave Integrated Circuit. Het gaat om elektronische circuits die in staat zijn om specifieke taken uit te voeren, zoals het fasedraaien en mixen van microgolven. Een heel belangrijk aspect is op welke manier deze chips de elektronische antennebundel vormen. Buitenlandse bedrijven doen dat meestal met analoge bundelvorming, maar de heilige graal is om dat met 'element-level digital beamforming' te doen. Helemaal digitaal dus. Dan kun je meerdere antennebundels tegelijk maken en ben je heel flexibel in het antennepatroon. Je moet dan wel de hele radarontvanger in een chip integreren en dat betekent dat je voor één radarsysteem duizenden ontvangers moet maken. Het is TNO gelukt om voor zowel analoge als digitale bundelvorming complete chipsets te ontwikkelen. En voor zover we weten is Nederland het eerste (en enige) land dat digitale bundelvorming voor alle belangrijke radarbanden weet te realiseren.



Het Ocean-Going Patrol Vessel Zr.Ms. Holland, met een moderne S- en X-Band radar

### Een nieuwe radargeneratie

In 2012 startte er een ontwikkelprogramma voor een scheepsmast met een nieuwe sensorsuite die uit onder andere een S-Band en een X-Band radar bestaat. Normaliter werken zulke systemen onafhankelijk, en zorgt het S-Band systeem voor de lange afstand en doet het X-band systeem horizon search en de kortere afstand. In dit nieuwe concept hebben

Thales en TNO het voor elkaar gekregen om tot een functioneel geïntegreerd systeem te komen waarbij de S-band en de X-band nauw samenwerken en functies van elkaar over kunnen nemen als dat nodig is. “Dat is ook een feature die in het buitenland veel opzien baart”, geeft Van Vliet aan. “Want het is een enorme opgave om dat voor elkaar te krijgen.”

### Studie naar dreigingsscenario's en conceptontwikkeling

De ontwikkeling van een radarsysteem duurt zo'n tien tot twaalf jaar, en dat is hard werken. Aan de basis van de ontwikkeling ligt een studie naar dreigingsscenario's. Wat kunnen tegenstanders goed en wat voor wapens hebben ze, nu en in de overzienbare toekomst? Over wat voor soort wapens beschikt de Nederlandse krijgsmacht zelf? Over welke functies moet een radarsysteem beschikken om die wapens zo goed mogelijk aan te sturen? Parallel daaraan loopt een fase waarin radararchitectuur en de technologische state-of-the-art ingekaderd wordt. TNO probeert de benodigde technologie te prototypen en de technologische gaps te vullen. Omdat TNO doorlopend onderzoek doet naar radartechnologie, dus parallel aan het voorbereidende onderzoek voor een nieuw te ontwikkelen radarsysteem, is het mogelijk om de meest recente innovaties mee te nemen. Van de tijd die het duurt om een radarsysteem te ontwikkelen, gaat grofweg de helft in onderzoek en de andere helft in productontwikkeling zitten. In deze voorbereidende fase stelt het ministerie van Defensie geld beschikbaar aan TNO of Thales of aan TNO en Thales. De rol van TNO is om nieuwe technologie te demonstreren en concepten te ontwikkelen die bijdragen aan de verbetering van bestaande technische oplossingen.



Het elektrische luistertoestel, een voorloper van alle moderne radars

### De eerste bestellingen zijn binnen

Het zeer geavanceerde radarsysteem gaat deel uitmaken van een nieuw soort marineschip: het ASWF, wat staat voor Anti Submarine Warfare Frigate. Inmiddels zijn de eerste drie bestellingen geplaatst bij

Thales Nederland (het bedrijf dat voorheen Hollandse Signaalapparaten heette). Het gaat om radarsystemen voor twee ASWF's die de Koninklijke Marine laat bouwen en één radarsysteem voor een nieuw schip voor de Belgische marine. Daarbij zou het gezien de verhoogde (internationale) defensiebudgetten zomaar kunnen dat er op korte termijn meer bestellingen volgen.

### Uniek

“De ASWF wordt een high value asset dat zijn omgeving en uiteraard ook zichzelf straks goed moet kunnen verdedigen”, geeft Van Vliet aan. “De wapensystemen op dat schip worden aangestuurd door sensoren en moeten weten waar de dreiging vandaan komt. Die dreiging kan van verschillende kanten komen, bijvoorbeeld van een onderzeeër, een heel snel (onbemand) bootje met explosieven of van een raket. Zo'n vijandige raket vormt een grote uitdaging: dat vraagt namelijk om een radar die een groot bereik heeft, zodat hij vliegende objecten al op grote afstand aan kan zien komen. Daarbij moet de radar razendsnel kunnen bepalen of het al dan niet om een echte bedreiging gaat. Maar goed dus dat al die eisen tijdens het ontwikkeltraject worden meegenomen. De toegepaste technologie is zeer geavanceerd. We hebben – wéér – een uniek radarsysteem ontwikkeld waarmee we wereldwijd echt ver op andere landen vooruitlopen.”

### Evolution Design Model

Hoe weet je of een radarsysteem daadwerkelijk in staat zal zijn om te doen wat het moet doen? Dat wordt in Nederland altijd beproefd via een Evolution Design Model (EDM). Dat is een werkend prototype van het radarsysteem met componenten en software die voor een deel ook nog in de prototypefase zitten. De EDM zorgt voor een beheersing van de risico's in de productontwikkeling. Het bouwen en testen van een EDM duurt jaren en kost veel geld. Het ministerie van Defensie, Thales en TNO betalen gedrieën het voor de EDM benodigde bedrag.

### Platform Nederland Radarland

Wat gebeurt er wereldwijd op het vlak van radartechnologie en hoe kunnen we daar in Nederland het best op inspelen? Het ontwikkelen van radars vraagt om een strategische aanpak. Thales Nederland, het ministerie van Defensie, TNO, het ministerie van Economische Zaken en de technische universiteiten in Nederland hebben daarom in 2002 het Platform Nederland Radarland opgericht. Sindsdien maken de deelnemers van dat platform gezamenlijk de roadmaps. De door hen uitgestippelde weg voorwaarts is een van de belangrijkste redenen dat Nederland op het vlak van radartechnologie tot de absolute wereldtop behoort.

Simon van den Berg, Technical Innovation Director bij Thales Nederland: "Dat we zoveel vooruitgang hebben geboekt, is te danken aan de zeer intense samenwerking tussen de beste mensen in het vakgebied die elkaar volledig vertrouwen. Zo kan ik me nog goed herinneren dat we hier in een kleine vergaderzaal een brainstorm hadden met TNO en in één middag de basis legden voor de meest compacte TR-module – de zend-/ontvangstmodule – die momenteel denkbaar is, waarbij het beste van verschillende moderne halfgeleidertechnologieën worden gecombineerd. Zelden zijn er vergaderingen met zoveel impact!"

### Klein land, korte lijntjes

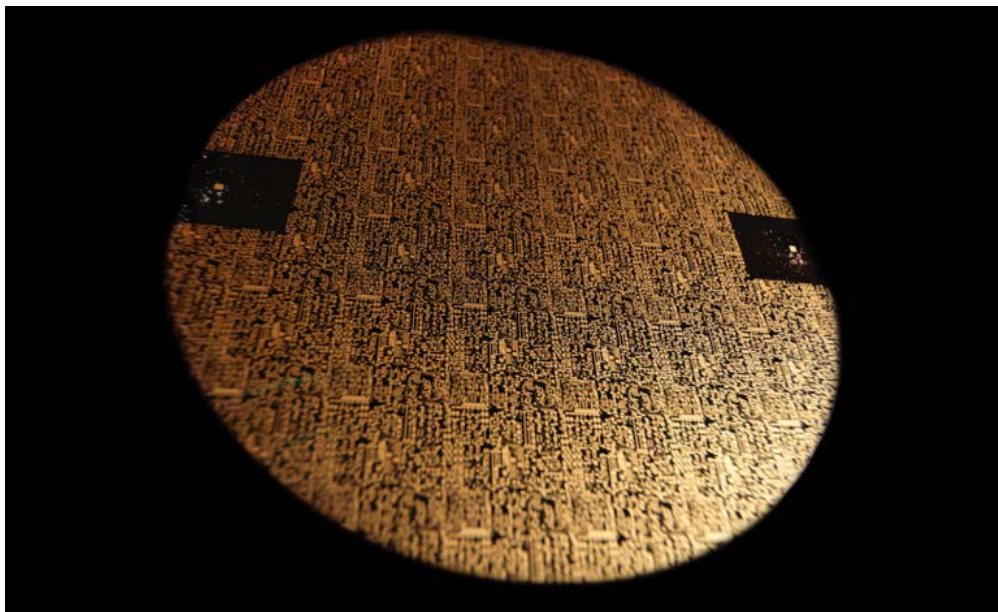
In het buitenland installeren scheepsbouwers radarsystemen op de schepen. Ook op dat vlak heeft Nederland een andere werkwijze. De Koninklijke Marine integreert de radars namelijk zelf. Het grote voordeel daarvan is dat zij zo meteen al vertrouwd raken met het radarsysteem. Daarbij kunnen zij voor instructies of vragen uiteraard altijd terecht bij Thales en TNO. Van Vliet: "We zijn een klein land, wat als groot voordeel heeft dat de lijntjes kort zijn. Vooral de samenwerking met Thales is zeer nauw. Wij stemmen alles wat we doen scherp met ze af. Op hun beurt houden zij ons altijd goed op de hoogte van waar zij mee bezig zijn. Stokt er ergens iets? Dan laten we dat elkaar meteen weten en proberen we het probleem samen op te lossen. Datzelfde geldt voor de samenwerking met het ministerie van Defensie en de Koninklijke Marine. We hebben daar altijd snel toegang tot degenen die eindverantwoordelijk en deskundig zijn. Zo houden we de vaart erin."

### Inkoopuitdagingen

Dat Nederland te klein is om zelf alle benodigde onderdelen te maken, lijkt in eerste instantie misschien een nadeel. Van Vliet: "We laten veel in het buitenland maken, bij voorkeur in Europa. Ik zou natuurlijk het liefste zien dat al die toeleveranciers in Nederland zitten, maar 'elk nadeel heeft zijn voordeel'. We hoeven niet gedwongen zaken te doen met binnenlandse producenten en leveranciers. Dat maakt je ook flexibel en dus sneller. Dat kan ervoor zorgen dat je niet vast komt te zitten in dure oplossingen waar veel in geïnvesteerd is. Het gebeurt regelmatig dat we bedrijven vragen om speciaal voor ons een specifiek onderdeel te maken. Daarbij sporen we hen soms aan om zo'n onderdeel grootschalig te gaan produceren zodat de stuksprijs omlaaggaat. Maar als het om een belangrijk onderdeel gaat waar verder geen markt voor is, zijn we ook bereid om daar geld in te investeren. Voor deze systemen geldt het credo low volume, high value."

**TNO-chips: ook geschikt voor satellieten en 5G**

De 'herijking kennisagenda defensie', vormde vanaf begin 2009 de basis voor stevige bezuinigingen die jarenlang aanhielden. Bij de TNO'ers die zich destijds bezighielden met de ontwikkeling van radartechnologie zorgde dat voor onrust. Maar er was ook een meevaller: de kennis die ze opgedaan hadden bij het ontwikkelen van MMIC's, bleek namelijk ook geschikt te zijn voor MMIC's voor satellieten. En nog wat later voor draadloze telecommunicatienetwerken: ook dat zijn tegenwoordig phased-arrays. De vooraanstaande technologie uit militaire systemen zorgde voor een zeer welkome nieuwe inkomstenbron. Daarbij sluiten die toepassingen goed aan bij de missie van TNO. Dus naast de microchips in radarsystemen draaien vergelijkbare microchips als onderdeel van satellieten ook baantjes om de aarde (bijvoorbeeld in een aardobservatiesatelliet) en maken ze deel uit van zendmasten voor 5G.



Een wafer, waarop 200 of meer MMIC's tegelijk gemaakt kunnen worden

**Groefondsgeld om radicale innovaties aan te jagen**

Terwijl Thales druk bezig is met de bouw van het radarsysteem voor de ASWF's, ligt de focus ook alweer verder in de toekomst. Maart 2024 werd bekendgemaakt dat er vanuit het Nationaal Groeifonds een bedrag van meer dan 100 miljoen euro beschikbaar komt voor POLARIS, een project dat radicale innovaties op het vlak van radiofrequentiesystemen gaat aanjagen. Daar valt ook radartechnologie onder. Op verzoek van het ministerie van Defensie zijn Thales Nederland en TNO inmiddels begonnen aan het verkennend onderzoek voor een nieuw radarsysteem dat in het begin van de jaren dertig operationeel moet zijn. Zoals altijd ligt de lat hoog. Dat moet ook, want er staat veel op het spel en uiteraard wil Nederland zijn vooraanstaande positie op het vlak van radartechnologie behouden. Het gaat daarbij om een sector met een export van honderden miljoenen euro's per jaar, maar vooral ook om de veiligheid van Nederland en haar partners.

Mark van Helvoort, Polaris Programma Lijn Manager Ecosystemen, namens Philips Nederland: “Het Polaris-programma van het Nationaal Groeifonds onderstreept de kracht van het Nederlandse hightech-ecosysteem. De focus op low-volume, high-value manufacturing is een belangrijke aanwinst voor de Nederlandse industriële basis en zorgt voor een robuust en duurzaam ecosysteem van samenwerking voor de komende jaren. Het is inspirerend om te zien hoe sectoren op het vlak van gezondheidszorg, defensie en halfgeleiders hun krachten bundelen in dit zeer ambitieuze programma.”

Hoofd Bovenwater Surveillance Technologie bij het Nederlandse Ministerie van Defensie: “De Koninklijke Marine werkt met superieure radarsystemen die het verschil maken tijdens hulpverlenings-, veiligheids- en gevechtsoperaties. Dit is vooral mogelijk gemaakt door een langdurige, strategische triple-helix-samenwerking: zonder het continue onderzoek van TNO, de state-of-the-art radarontwikkeling bij Thales Nederland, het ambitieniveau van het ministerie van Defensie, en hun wederzijdse commitment, zouden de huidige sensorcapaciteiten helemaal niet mogelijk zijn. Nederland zou dit ecosysteem moeten koesteren en de successen misschien nog wat meer moeten vieren.”

**Hoewel we ons best hebben gedaan om een zo goed mogelijk beeld te schetsen van wie en wat er allemaal hebben bijgedragen aan het succes van de hierboven beschreven case, blijft dat een uitdaging. We sluiten dus af met een dankwoord. Veel, véél dank aan allen – zowel binnen als buiten TNO – die hun steentje hebben bijgedragen en die daarmee het bovenstaande succesverhaal mede mogelijk hebben gemaakt.**

1924

In het Nederlandse parlement worden vragen gesteld over geruchten dat Duitsland *een doodende straal* aan het ontwikkelen is die in staat zou zijn om vliegtuigen neer te halen. Onderzoek wijst uit dat het om nepnieuws gaat. Maar radartechnologie staat hierdoor wel hoog op de politieke agenda. En daar blijft het niet bij: In **1927** wordt in Den Haag het Meetgebouw van het ministerie van Defensie geopend, waar vanaf dat moment onder andere onderzoek wordt gedaan naar radartechnologie. Dit is de voorloper van het Fysisch en Elektronisch Laboratorium (FEL), een defensielaboratorium van TNO.

1939

Demonstratie van het ‘elektrische luistertoestel’, het eerste Nederlandse radarsysteem. Het gaat om een systeem van drie bij drie meter dat op een vrachtwagen is geplaatst. Opvallend detail: er zijn fietspedalen aanwezig en er is dus spierkracht nodig om de radarantenne te laten draaien. Hoewel de Nederlandse generaals in eerste instantie niet erg onder de indruk lijken te zijn, bestelt de Nederlandse krijgsmacht toch vijftig exemplaren.

1989

EXPAR, de eerste actieve phased-array wordt gedemonstreerd. Dit X-bandsysteem kan de bundel elektronisch sturen, met dank aan GaAs MMI-C's (microchips die gemaakt zijn van gallium arsenide). EXPAR is daarmee een belangrijke voorloper van APAR.

2000

Het eerste LCF wordt te water gelaten en is uitgerust met L- en X-band phased-arrays. De ingebruikname is een direct gevolg van de NAAWS-studie (NATO Anti-Air Warfare System), waarbij van het consortium Canada/Duitsland/Nederland alleen de laatste twee ook de fregatten hebben gebouwd.

Bronnen voor de tijdlijn: het boek ‘Radar Developments in The Netherlands’ en [Museum Waalsdorp](#)

## Colofon

### Uitgave

TNO

### Tekst

Menno de Boer

### Redactie

Wieke Ringeling

**TNO** innovation  
for life

## Met dank aan

Simon van den Berg, Technical Innovation Director, Thales Nederland  
Mark van Helvoort, namens Philips Nederland Polaris Programma Lijn Manager  
Ecosystemen  
Frank van Vliet, principal scientist, TNO  
Hoofd Bovenwater Surveillance Technologie, Ministerie van Defensie  
Museum Waalsdorp

**tno.nl**