



Effectieve defensie
is een kwestie
van vooruitzien.

50 jaar defensieonderzoek in TNO.



**50 jaar
defensieonderzoek
in TNO.**

september 1997



STAATSECRETARIS VAN DEFENSIE

's-Gravenhage, 1 juli 1997

Drs. J.C. Gmelich Meijling

50 jaar defensieonderzoek in TNO. Een halve eeuw waarin Defensie en de defensietechnologieën een snelle ontwikkeling doormaakten. Steeds meer werden moderne technologieën toegepast in wapen- en communicatiesystemen en werd de operationele inzet complexer.

Defensieonderzoek was eind vorige en begin deze eeuw al niet onbelangrijk. In 1947 is de Rijksverdedigingsorganisatie TNO (RVO-TNO) haar werkzaamheden begonnen; zij nam toen drie laboratoria over van de overheid. Bij een ingrijpende reorganisatie van TNO is de RVO-TNO in 1980 opgeheven en de Raad voor het Defensieonderzoek TNO ingesteld, die sindsdien voor de aansturing van het defensieonderzoek heeft gezorgd.

In de periode tussen 1947 en 1997 zijn in de Nederlandse krijgsmacht in hoog tempo hoogwaardige technologieën ingevoerd, met als gevolg een enorme toename van de gevechtskracht. Ik denk daarbij aan onder meer de ontwikkeling van het luchtwapen, de mechanisering van de landmacht, de ontwikkelingen op het gebied van scheepsontwerpen bij de marine, en de ontwikkelingen op het gebied van radar, overige sensoren en 'command, control and communication'. Adequate ondersteuning door middel van defensieonderzoek was en is daarbij onontbeerlijk.

Door de intensieve betrokkenheid als adviseur van de defensieorganisatie en uitvoerder van het defensieonderzoek ter ondersteuning van operationele, materiële en personele beleidsvraagstukken is TNO Defensieonderzoek (TNO-DO) in de loop der jaren uitgegroeid tot een bolwerk van kennis en kunde, dat nationaal en internationaal een vooraanstaande positie inneemt.

De inspanningen van TNO-DO hebben bijgedragen

aan het uitgroeien van de krijgsmacht tot een goed functionerende, effectieve organisatie die uitgerust is met hoogwaardig materieel. De Nederlandse krijgsmacht neemt een volwaardige positie in internationaal samenwerkingsverband in.

Bij dit alles moet bedacht worden dat, hoewel het budget voor defensieonderzoek in absolute zin voortdurend is gestegen, het in de afgelopen halve eeuw wel een kleiner deel is gaan vormen van de totale door de overheid voor wetenschappelijk onderzoek beschikbaar gestelde fondsen. Werd in de jaren vijftig nog ca. 6 à 7% van het totale bedrag voor wetenschappelijk onderzoek besteed aan defensieonderzoek, in de laatste 10 jaren was dit niet meer dan ongeveer 3%. Deze ontwikkeling heeft het voor TNO-DO mede noodzakelijk gemaakt in toenemende mate steun te zoeken bij buitenlandse onderzoekinstellingen.

Inmiddels schrijden de ontwikkelingen anno 1997 nog steeds voort. Als gevolg van enerzijds belangrijke wijzigingen in de internationale verhoudingen en anderzijds technologische ontwikkelingen is de krijgsmacht nog immer onderhevig aan veranderingen. In de komende tijd zal Defensie in onverminderde mate een beroep moeten doen op de kennis, kunde en betrokkenheid van TNO-DO.

Gaarne wil ik TNO-DO feliciteren met het bereiken van deze mijlpaal.

A handwritten signature consisting of a circled number '2' followed by a long horizontal line that ends in a small vertical tick mark.

Voorwoord	10
Inleiding programma	11
Symposium 'Kennis als wapen in de strijd'	13
Workshops	16
De rol van onderzoek in een effectieve Defensie	17
Defensieonderzoek tussen Defensie en industrie	18
Hoe afhankelijk is de krijgsmacht van technologie?	19
Expositie 'Technologie in het jaar 2007'	20
50 jaar defensieonderzoek in TNO	22
De instituten van TNO Defensieonderzoek	27
TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium	28
TNO Prins Maurits Laboratorium	40
TNO Technische Menskunde	52
Overig Defensie Onderzoek	62
<i>Success stories</i>	69
Het VESTA-transpondersysteem	69
PHARUS	72
Selectie van NBC-beschermingsmiddelen	74
STI, een begrip in de wereld van de spraakcommunicatie	76
Verhoging incasseringsvermogen marineschepen	79
Commando- en staftrainer KIBOWI, versie 3.1	81
Veiligheid, munitie en bescherming	85
Onderzoek naar de brug van fregatten	87
Trainers en Simulatoren	90
Plattegrond IDL	95
Routebeschrijving IDL	96



Het is voor TNO een grote eer het Nederlandse defensieonderzoek binnen haar organisatie te mogen uitvoeren. Begrijpelijkerwijs wil Defensie nauwe invloed op het onderzoek blijven hebben. Dit vindt zijn vorm in de Raad voor het Defensieonderzoek TNO en in TNO Defensieonderzoek (TNO-DO).

Dat dit laatste 50 jaar bestaat, is een bewijs dat de gevonden vorm positieve resultaten afwerpt en tot tevredenheid stemt.

De intense en specifieke verhouding tussen het ministerie en TNO blijkt onder meer uit de discussie over de invulling van het woord 'huislaboratorium'. De gesprekken tonen aan dat de exacte formulering minder belangrijk is dan het gegroeide sterke onderlinge vertrouwen.

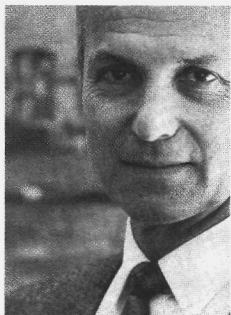
Defensie is vrijwel overal sterk op vernieuwing en technologische ontwikkeling gericht. Het Nederlandse ministerie van Defensie is daarop absoluut geen uitzondering, maar wel uitzonderlijk is dat in Nederland als enig land in de westerse wereld het defensieonderzoek is geïntegreerd in het toegepast onderzoek op andere gebieden.

Dit heeft het grote voordeel dat andere terreinen gebruik kunnen maken van de bij defensieonderzoek ontwikkelde kennis en dat anderzijds Defensie veel sneller gebruik kan maken van de resultaten van elders verricht onderzoek.

Deze synergie tussen de voornamelijk voor Defensie werkende TNO-instituten en de andere blijkt onder meer uit het grote aantal samenwerkingsverbanden waar ook de eerste aan deelnemen en dit met groot positief resultaat.

Moge TNO-DO in staat zijn om ook de komende 50 jaar de wensen van Defensie goed te vervullen, de verhouding Defensie / TNO-DO goed te houden en de synergie binnen TNO nog verder te versterken.

Ir. J.A. Dekker
Voorzitter
Raad van Bestuur TNO



Nadenkend over 50 jaar defensieonderzoek in TNO komen vooral gevoelens van trots, dankbaarheid en ambitie boven.

Trots omdat ons land, na alle ervaringen eerder deze eeuw, vastberaden aan zijn krijgsmacht heeft gebouwd en zich daarbij steeds heeft gerealiseerd dat eigen denkkracht - in vele varianten - een *conditio sine qua non* is. Trots omdat de krijgsmacht TNO gedurende deze 50 jaren daarbij zo'n belangrijke rol heeft willen laten spelen. En zeker ook trots vanwege de prestaties die door de jaren heen door TNO Defensieonderzoek (TNO-DO) op de mat zijn gelegd, waarvan ook het internationale imago van TNO-DO getuigt.

Dankbaarheid voor de hechte relatie met Defensie in het kader van onze 'huislaboratoriumpositie', waardoor steeds vanuit een stabiel middellangetermijnperspectief kon worden geopereerd. Maar zeker ook dankbaarheid voor de nimmer aflatende inzet van TNO-DO-medewerkers om de Nederlandse krijgsmacht te ondersteunen bij het krijgen en behouden van een toppositie, en dat natuurlijk op zo doelmatig mogelijke wijze.

Ambitie omdat TNO-DO bruist van de absolute wil om (als bijna deel van) Defensie te assisteren bij het voorzien in een totaalvisie ten aanzien van de rol die technologie en wetenschap daarbij kunnen spelen, het oplossen van nieuwe vraagstukken en opkomende problemen. Ambitie ook om op te zuigen wat er om ons heen gebeurt, zowel bij bevriende naties (om maximale synergie en vergelijkbaar kwaliteitsniveau te bewerkstelligen) als bij potentiële tegenstanders (om het operationele optreden van onze krijgsmacht te faciliteren).

Vanuit TNO-DO garanderen wij het ministerie van Defensie voortdurend kwaliteit, betrokkenheid en inzet. Ik hoop dat met name dát signaal op 26 september 1997 aan u kan worden overgedragen.

Ir. E.I.L.D.G. Margherita
Voorzitter Raad voor het
Defensieonderzoek TNO



Kennis als wapen in de strijd



*Gen. marns
H.G.B. van den Breemen*



Drs. E.A. van Hoek



Dr. ir. A. van Meeteren

Programma

- 09.20 uur Aankomst Z.K.H. de Prins van Oranje.
- 09.30 uur Welkomstwoord door voorzitter RDO-TNO, gericht tot Z.K.H. en overige aanwezigen.
- 09.35 uur Openingshandeling en inleiding door Chef Defensiestaf, Gen. marns H.G.B. van den Breemen.
- 09.45 uur Introductie door de symposiumvoorzitter, drs. E.A. van Hoek, directeur NATO Research & Technology Agency.
- 09.50 uur Flitsen van 50 jaar defensieonderzoek in TNO, door dr. ir. A. van Meeteren, directeur TNO-TM.
Visualisatie van het verleden, heden en wellicht ook de toekomst voor defensieonderzoek.



*Vice-Admiraal
L. Kroon*

10.30 uur

Defensieonderzoek ten behoeve van de operationele gebruiker, door de Bevelhebber der Zeestrijdkrachten, Vice-Admiraal L. Kroon. Nieuwe taken en nieuw optreden. Evolutie in de militaire doctrine. Strategische betekenis van technologische ontwikkeling voor de krijgsmacht. Ontwikkeling naar grotere complexiteit van systemen, maar ook in optreden (flexibiliteit, variëteit, timing, condities), daarmee het grotere belang van het conceptuele denken en systeem-aanpak. De bijdrage van defensieonderzoek aan de operationele gebruiker en de materieelverwerving. Ambities van de Koninklijke Marine. De KM als systeem-integrator. Voorbeelden van TNO aan boord.

10.50 uur

Koffiepauze.

11.25 uur

Defensieonderzoek gezien vanuit de beleidssector, door de Directeur-Generaal Materieel mr. J. Fledderus.

De rol en effecten van onderzoek op het materiaalkeuzeproces en het 'life cycle'-management.

De effecten op andere beleidsprocessen.

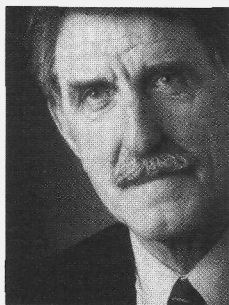
De betekenis en functie van TNO Defensieonderzoek als het huislaboratorium van Defensie.

De ontwikkelingsgang van de planning van onderzoek: het leggen van accenten met koppeling naar nationale ambities. Technologiebeleid en het belang van samenwerking met de Nederlandse industrie.

Internationale samenwerking: NAVO, bi-, tri- en quadrilaterale MOU's, EUCLID.



Mr. J. Fledderus



Prof. dr. ir. B.P.Th. Veltman

- 11.45 uur Defensieonderzoek als loot aan de Nederlandse onderzoeksboom, door prof.dr.ir. B.P.Th. Veltman, Technische Universiteit Twente. Defensieonderzoek en maatschappij. Het karakter van defensieonderzoek in vergelijking tot universitair onderzoek. De kwaliteit van defensieonderzoek. Aansluitingen en toekomstmogelijkheden. TNO als schakel tussen universiteit en kennisgebruiker.
- 12.00 uur Defensieonderzoek in TNO, door ir. J.A. Dekker, voorzitter Raad van Bestuur TNO. De ontwikkeling van TNO, vooral gedurende de laatste vijf jaren. De naaste toekomst: ambities, uitdagingen, strategie, problemen en mogelijkheden. De plaats en bijdrage van defensieonderzoek. De rol van Overig Defensie Onderzoek en van het civiele werk in de defensieonderzoeksinstituten.
- 12.15 uur Afsluiting symposium en terugblik op de rol van defensieonderzoek voor de krijgsmacht door drs. E.A. van Hoek.
- 12.30 uur Inleiding op de expositie 'Technologie in het jaar 2007', door ir. E.I.L.D.G. Margherita, voorzitter Raad voor het Defensieonderzoek TNO, tevens lid van Raad van Bestuur TNO. De rol van de Raad voor het Defensieonderzoek TNO. Het Huislab. Accountmanagement. Het perspectief van nieuwe technologie: IT, materialen, platforms. Het overheersende belang voor de toekomst van de 'factor mens'. De nieuwe thema's. Het jubileumboekje.
- 12.40 uur Bezoek aan de expositie inclusief lopende lunch.

Als onderdeel van het jubileumprogramma zullen 's middags 3 workshops worden georganiseerd:

1. De rol van onderzoek in een effectieve Defensie
2. Defensieonderzoek tussen Defensie en industrie
3. Hoe afhankelijk is de krijgsmacht van technologie?

Bij iedere workshop zullen de referent en de coreferenten korte inleidingen geven, hetgeen hopelijk voldoende stof zal doen opwerpen om een geanimeerde discussie met de aanwezigen te genereren.

De rol van onderzoek in een effectieve Defensie



Referent
Dr. ir. H. J. Pasman

Stellingen

Vanuit de Landmachtstaf gezien

Voor Defensie is de rol van onderzoek beperkt tot het optimaliseren van de bedrijfsvoeringsprocessen. Het gaat dus met name om efficiëntie en niet zozeer om effectiviteit. Onderzoek kan ook helpen beleid te ondersteunen. De onderzoeker is echter meer consultant en onderhoudsdeskundige dan innovator. Nieuw materieel is te koop.

Vanuit de Directie Materieel KM gezien

De Koninklijke Marine hecht aan een eigen scheepsinnovatieprogramma en heeft daarbij behoefte aan hoogwaardige expertises in gespecialiseerde vakgebieden. Daar zij zelf als systeemintegrator optreedt, regelt de KM zelf de inpassing van de kennis in een groter geheel. Het onderzoek moet dus alleen bepaalde, door KM gewenste specialistische innovatie en technologiekennis inbrengen.

Vanuit Defensie centraal gezien

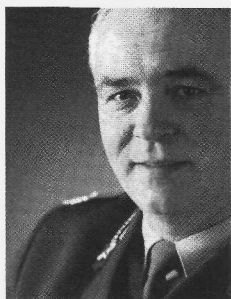
Het onderzoek fungeert als uitkijkpost en als netwerk naar de bondgenoten. Het moet vooral 'breed' zijn en op elke denkbare vraag antwoord kunnen geven. Een hoogwaardige krijgsmacht vergt de beschikbaarheid van een breed spectrum aan expertises. Het gaat vooral om opbouw en instandhouding van kennis en kunde op een zo goedkoop mogelijke manier. Waar het opportuun wordt, moet Nederland wel in staat zijn zich in korte tijd op wereldniveau te bewegen en moet de daarvoor benodigde kennis er dan maar zijn.

Vanuit TNO gezien

Defensie is een opdrachtgever, in sommige opzichten lastiger, in andere betrouwbaarder en gemakkelijker dan andere. Om effectief kennis toe te passen moet de onderzoeker zich wel kunnen verplaatsen in de gedachtewereld van de militair maar dat moet door de opdrachtgever maar worden aangereikt. Het gaat om nieuwe technologie. Rendement kan alleen op civiel werk worden gemaakt, vandaar dat aan zogenaamd 'spin-in'-onderzoek (civiele technologie die ook voor Defensie inzetbaar is) en 'spin-off' (defensiewerk civiel toepasbaar) ruim aandacht wordt gegeven.



Coreferent
Commandeur ir.
D. van Dord



Coreferent
Brig. gen. H. D. Mammen



Referent
Ir. R.M. Lutje Schipholt

Defensieonderzoek tussen Defensie en industrie

Stellingen

Defensie en TNO Defensieonderzoek: 'living apart together'

De relatie tussen Defensie en TNO Defensieonderzoek wordt in essentie gekenmerkt door de term 'living apart together'. Enerzijds heeft Defensie de laboratoria van TNO Defensieonderzoek aangemerkt als *huislaboratoria*. Anderzijds hebben zowel Defensie als TNO Defensieonderzoek hun *eigen taken en verantwoordelijkheden*, en hebben zij de ambitie daar zelfstandig inhoud aan te geven.

Industrie

Defensie-R&D-gelden zijn beter besteed aan de nationale industrie om een hoogwaardig Nederlands product te maken in concurrentie met buitenlandse industrieën.

TNO-DO

TNO heeft de missie van de overheid meegekregen om met steun van Rijks-R&D-fondsen een brug te slaan tussen wetenschap en maatschappij. De T van TNO kan alleen toepassing vinden als daarbij samengewerkt wordt met de industrie. Ten aanzien van buitenlandse defensie-industrieën zou dit als verplichte 'offset' moeten worden geïmplementeerd.



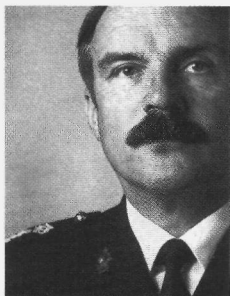
Coreferent
Gen. maj. ir. J.F.H.
Pacanda



Coreferent
Ir. J.H. Dibbetz



Referent
Dr. J. W. Maas



Coreferent
Gen. maj. marns
mr. drs. C. Homan



Coreferent
Dr. R. de Wijk

Hoe afhankelijk is de krijgsmacht van technologie?

In de inleidingen zullen de visies van een militair, een defensie-beleidsmedewerker en een onderzoeker worden gegeven op het thema: 'De afhankelijkheid van onze maatschappij en Defensie in het bijzonder van de techniek.' Wat zijn de effecten van de huidige technologie-explosie zoals van informatie-technologie en telematica op de effectiviteit en efficiëntie van het defensieapparaat en de interne organisatie ervan? Hoe wordt nu de taakverdeling tussen mensen en systemen, wat is de situatie als de techniek ineens niet werkt, hoe wordt daarop geanticipeerd? En hoe snel kan de krijgsmacht technologie absorberen en doctrines aanpassen?

Discussiethema's

Mensen

Functioneren van mensen; wat doen opleiding, technische kennis en kunde; in hoeverre dragen mensen bij aan de afhankelijkheid; kunnen mensen bijdragen in vermindering van de afhankelijkheid?

Systemen

Functioneren van systemen; welke beslissingen laat je aan automaten over; wanneer is een autonoom systeem acceptabel?

Aanpassing

Hoe snel kan de krijgsmacht technologie absorberen en doctrine aanpassen?

Technologie in het jaar 2007

De expositie in het officierscasino van het Instituut Defensie Leergangen (IDL) is gericht op de toepassing van een aantal toekomstige ontwikkelingen in technologie. Uiteraard is de keuze van de onderwerpen tot op zekere hoogte arbitrair geweest en zijn er zeker nog andere ontwikkelingen relevant. Bovendien is expliciet gekozen voor opstellingen die uitnodigen om te interacteren met de tentoongestelde objecten.

Op de tentoonstelling is een folder met uitgebreide informatie te verkrijgen. Er zullen bovendien terzake kundige TNO-DO'ers beschikbaar zijn om uw vragen te beantwoorden.

Om nu reeds een indruk te geven van de bij het ter perse gaan van dit boekje voorziene tentoonstellingsonderwerpen volgt hieronder een summier overzicht.

1. LCF-ontwikkelingen

Aan de hand van een model van het toekomstige Luchtverdedigings- en Commando Fregat (LCF) wordt een aantal ontwikkelingen met betrekking tot radarsignatuur, bemanning en ontwerp getoond.

2. Het virtuele LCF

Een virtueel zichtbare wereld is gecombineerd met een echte voelbare wereld om u de bruginrichting van het toekomstige LCF te kunnen laten beoordelen.

3. Geluid

In een combinatie van opstellingen wordt u in de gelegenheid gesteld om kennis te maken met actieve geluidsreductie in cockpits, het toepassen van 3D-geluid voor het overbrengen van positie-informatie en het door middel van geluidspeilingen opsporen van schutters.

4. Simulatie, BMS, Opleiding en Training

In een 'mock-up' van een pantservoertuig kunt u zelf ervaring opdoen in het opereren in een gesimuleerd elektronisch gevechtveld en kunt u in contact met uw hoofdkwartier uw Battlefield Management Systeem gaan gebruiken.

5. Pantservoertuigen

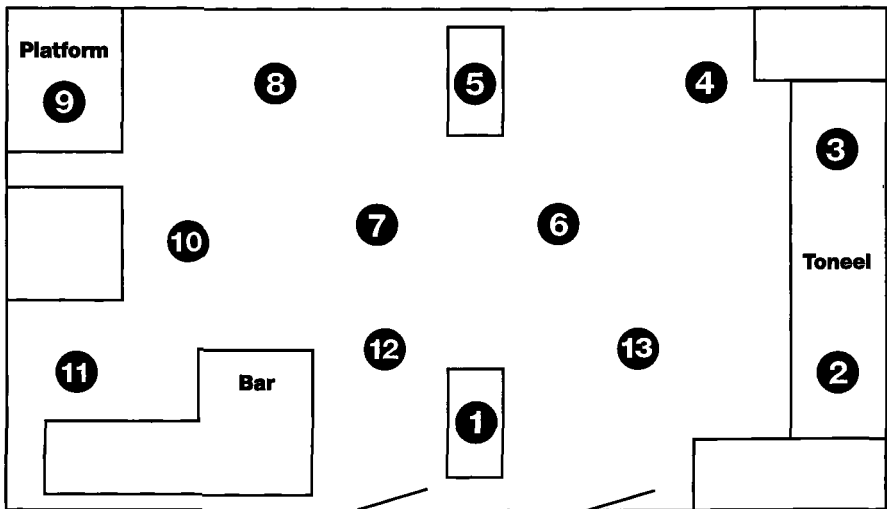
Aan de hand van een model van een pantservoertuig wordt u ingelicht over de te verwachten ontwikkelingen op het gebied van pantsering, communicatie, voortstuwing en wapensystemen.

6. Defense Aid Suites

Het intelligent combineren van informatie uit de directe omgeving van een platform met beschikbare passieve en actieve beschermingsmiddelen geeft heel nieuwe mogelijkheden om de zelfbescherming van platformen te vergroten.

7. Intelligente Wapensystemen

De ontwikkelingen op het gebied van waarneming, ontsteking, geleiding, computer-intelligentie en lanceerinrichtingen geven andere mogelijkheden voor de inzet van letale en niet-letale wapensystemen.



8. Humanitair Ontmijnen

De uitdaging om een nog niet eerder behaalde effectiviteit in het detecteren en ruimen van mijnen te bereiken wordt toegelicht aan de hand van een maquette en het interactief kunnen inzetten van verschillende combinaties van toekomstige platformen en sensoren.

9. Command and Control

Het bij elkaar komen van sensor-, telematica- en informatietechnologieën zorgt voor een groot aantal nieuwe mogelijkheden voor het ondersteunen van Command and Control. Aan de hand van een impressie van een bunker van de toekomst kunt u kennis maken met een groep ondersteunende systemen en daar zelf gebruik van maken.

10. Soldier Modernization Program

De toekomst van de individuele soldaat zal niet alleen worden beïnvloed door de impact van informatietechnologie, maar ook de uitrusting, voeding, verzorging en kleding zullen een aantal nieuwe ontwikkelingen te zien geven. U kunt kennismaken met onze Soldaat van de Toekomst.

11. World Wide Web

U kunt interactief beschikken over een keur aan informatie over TNO-DO en de expositie zelf door gebruik te maken van onze 'World Wide Web'-palen, waar u onder genot van een drankje onbepert kunt 'surfen' door de aangeboden informatie.

12. Training en Opleiding

Taken krijgen een meer technologisch karakter. Hetzelfde kan gelden voor training. Hoe vindt een optimale afstemming plaats tussen taak en training? Ervaar wat de mogelijkheden zijn.

13. Zelfbeschermingsmaatregelen LCF

Een overzicht van diverse manieren om het LCF minder kwetsbaar te maken.

50 jaar defensieonderzoek in TNO

Mr. J.C.E. van den Brandhof

De periode 1947-1970

TNO Defensieonderzoek is het onderdeel van TNO dat de voortzetting is van de Rijksverdedigingsorganisatie TNO (RVO-TNO). Dit was een van de bijzondere organisaties van TNO die ingevolge de TNO Wet van 1930 tot taak hadden het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek dienstbaar te maken aan 'enig volksbelang of enige tak van volkswelvaart'. De RVO-TNO, formeel in 1946 in het leven geroepen, begon haar werkzaamheden in feite in 1947 en werd belast met het verrichten van defensieonderzoek en -ontwikkeling. Defensieonderzoek werd niet, zoals destijds in de meeste landen het geval was, aan het ministerie van Defensie overgelaten omdat, zoals de eerste voorzitter van de RVO-TNO G.J. Sizoo betoogde, door onderbrenging bij TNO 'het contact met de maatschappelijke sectoren van het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek ten volle verzekerd zou zijn en anderzijds de RVO-TNO door haar structuur ten nauwste verbonden zou zijn met het ministerie van Defensie'. De constructie bood, zoals 10 jaar later zou blijken, grote voordelen omdat volgens Sizoo 'de relatieve zelfstandigheid en de civiele structuur gelegenheid (boden) de sfeer te scheppen, waarin het speurwerk het beste gedijt' en waarin 'het vrije initiatief en de wetenschappelijke vindingskracht zich het vruchtbaarst kunnen ontplooiën'¹.

De RVO-TNO nam na de oprichting 3 laboratoria van de overheid over, die als Chemisch Laboratorium TNO, Technologisch Laboratorium TNO en Fysisch Laboratorium TNO hun werkzaamheden in TNO-verband voortzetten. Hieraan werden al spoedig 2 instituten toegevoegd: in 1947 het Medisch Biologisch Laboratorium en in 1949 de Werkgroep Waarneming, later Instituut voor Zintuigfysiologie TNO en sinds 1 januari 1994 TNO Technische Menskunde geheten.

Het nieuwe na de Tweede Wereldoorlog ontstane internationale staatsbestel leidde ertoe dat men bij het verrichten van onderzoek in toenemende mate steun ging zoeken bij buitenlandse instituten. Er werd contact gezocht met instituten in verscheidene landen, waarmee meestal in nieuwe bondgenootschappen werd samengewerkt en met een aantal landen werden na verloop van tijd samenwerkingsovereenkomsten gesloten; met name was dit het geval met de Verenigde Staten, Canada, Noorwegen, Denemarken, Duitsland en Groot-Brittannië. Daarnaast werden op meer informele wijze of op incidentele basis contacten onderhouden met instituten in België, Frankrijk, Zweden, Zwitserland en Italië.

Bijzondere aandacht verdienen vooral de contacten die met de Verenigde Staten, Noorwegen en Groot-Brittannië werden onderhouden. Met de Verenigde Staten is al sinds het begin van de jaren vijftig informatie uitgewisseld. Vanaf 1955 is meer dan 10 jaar

¹ G.J. Sizoo: TNO ten dienste van de Rijksverdediging, in: Een kwarteeuw TNO 1932-1957, Den Haag 1957.

gewerkt aan een Mutual Weapons Development Program, waarvoor van Amerikaanse zijde ruime financiële steun van vele honderdduizenden dollars werd verleend. In het kader hiervan is aan vele projecten gewerkt, onder meer een digitaal vuurleidingsproject 'Diphysa', een project 'antivergiftigingsstoffen' en een project 'netvliesverbrandingen'. Bij de activiteiten werden in bepaalde gevallen ook industriële ondernemingen zoals Delft Instruments en Hollandse Signaalapparaten betrokken. Vanaf 1959 werden bovendien Mutual Weapons Development Data Exchange Agreements gesloten, die een kader schiepen voor het uitwisselen van informatie, zonder dat hiervoor financiële steun werd verleend. Om de aan het sluiten van deze akkoorden verbonden administratieve werkzaamheden te beperken, is in 1962 een Mutual Weapons Development Master Data Exchange Agreement gesloten, dat verder als basis diende voor nieuwe Data Exchange Agreements. Deze raamovereenkomst is nog steeds van kracht en wordt tot op heden beschouwd als een nuttig instrument voor het uitwisselen van gegevens.

Een voorbeeldfunctie voor het creëren van bilaterale samenwerkingsverbanden met andere Europese landen hebben de contacten met Noorwegen en later die met Groot-Brittannië vervuld. Zij zijn bovendien van belang geweest voor het instrumenteel koppelen van internationale samenwerking aan het nationale onderzoeksprogramma. Met het Noorse onderzoeksinstituut 'Forsvarets Forskningsinstitut' te Kjeller zijn in een vroeg stadium al contacten gelegd. Tijdens een bezoek van een Nederlandse delegatie hieraan in 1951 in verband met de opening van de eerste kernreactor daar, werd geconstateerd dat de Noren over een indrukwekkend onderzoekspotentieel beschikten. In 1954 werd met de Noorse regering een Memorandum of Understanding - een volkenrechtelijk bindende overeenkomst - gesloten, dat de basis is geworden voor niet alleen informatie-uitwisseling, maar ook voor gemeenschappelijke studies. Deze hadden onder meer betrekking op geleide projectielen, radioactieve besmetting, radarcamouflage en sonar.

Zeer uitgebreide contacten werden ook al vroeg onderhouden met een aantal Britse instellingen. Vanaf 1949 werden regelmatig over en weer bezoeken afgelegd voor onder meer het bijwonen van congressen en cursussen en in 1958 is een Memorandum of Understanding tussen de Britse en de Nederlandse regering gesloten. Hierbij werden 6 werkgroepen ingesteld om informatie uit te wisselen, gezamenlijk metingen te verrichten en onderzoekresultaten te vergelijken. Er werd een Steering Committee opgericht om de activiteiten te begeleiden. Op Nederlands initiatief werd met de Britten overeengekomen de Brits-Nederlandse samenwerking te coördineren met de Noors-Nederlandse samenwerking. Nadat vervolgens in 1959 een Brits-Noors Memorandum of Understanding voor samenwerking inzake defensieonderzoek was gesloten, zijn de contacten verder op trilaterale basis voortgezet.

Om te komen tot een vaste samenstelling van de Nederlandse delegatie in het Steering Committee is een formele regeling hiervoor getroffen in een ministeriële regeling

(‘beschikking’) van de minister van Defensie van 18 augustus 1958. Bepaald werd dat de delegatie voortaan zou bestaan uit de voorzitter van het bestuur van de RVO-TNO, vertegenwoordigers van Defensie en een afgevaardigde van het ministerie van Buitenlandse Zaken. Naderhand is besloten dat de delegatie belast zou worden met het coördineren van de samenwerking met buitenlandse instituten door de RVO-TNO met de werkzaamheden van de wetenschappelijke instellingen van de krijgsmacht in het algemeen. De delegatie is toen als Nederlands Defensie Research Comité aangeduid. Dit is later vastgelegd in een ministeriële regeling van 17 oktober 1960 van de minister van Defensie. 9 Jaar later is deze vervangen door een nieuwe, op 4 december 1969 vastgestelde regeling, waarin de bevoegdheden van het comité opnieuw werden geformuleerd en waarin de naam werd gewijzigd in Nederlands Defensie Research Coördinatie Comité (NDRCC).

De periode 1970-1997

In de jaren zeventig is bij de RVO-TNO een aantal belangrijke wijzigingen doorgevoerd. Begin 1977 is het Medisch-Biologisch Laboratorium TNO voorlopig en op 1 januari 1979 definitief overgedragen aan een andere bijzondere organisatie van TNO, de Gezondheidsorganisatie TNO. Eveneens in 1977 werd het Laboratorium Electronische Ontwikkelingen voor de Krijgsmacht (LEOK) door het ministerie van Defensie overgedragen aan de RVO-TNO. Nadat gezien de verwantschap van de werkterreinen van het LEOK en het Fysisch Laboratorium TNO aanvankelijk gestudeerd was op een taakafbakening van de twee instituten, werden deze op 1 december 1984 definitief samengevoegd onder de naam Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO. Op 1 januari 1979 zijn verder het Chemisch Laboratorium TNO en het Technologisch Laboratorium TNO samengevoegd onder de naam Prins Maurits Laboratorium TNO².

Inmiddels werden ook voorbereidingen getroffen voor een herstructurering van de Organisatie TNO als geheel. Nadat de minister voor Wetenschapsbeleid in 1978 in een ‘Nota inzake de hoofdlijnen van TNO’ de uitgangspunten voor een nieuwe organisatiestructuur had geformuleerd, zijn de bijzondere organisaties in 1980 opgeheven en werden hun rechten en verplichtingen overgedragen aan de Centrale Organisatie TNO. Bij een algemene maatregel van bestuur van 22 december 1980 (het TNO Besluit 1980)³ werden op basis van de uitgangspunten van de wet van 1930 de inrichting en het bestuur van de organisatie opnieuw geregeld. TNO zou voortaan als één geheel opereren met daarin hoofdgroepen voor bepaalde klantengroeperingen of maatschappelijke aandachtsgebieden. Voor het defensieonderzoek werd een bijzondere voorziening getroffen in die zin dat de instituten van de RVO-TNO gebundeld werden in een nieuwe hoofdgroep en dat voor het bestuur hiervan een afzonderlijk orgaan, de Raad voor het Defensieonderzoek TNO,

2 J. Jonker: Van RVO tot HDO, 40 jaar Defensieonderzoek TNO, p. 56-66, 1987.

3 Staatsblad 1980, 764.

in het leven werd geroepen. De raad werd voorgezeten door een lid van de Raad van Bestuur van TNO en bestond verder uit vertegenwoordigers van de ministers van Defensie en voor Wetenschapsbeleid, afgevaardigden uit de krijgsmacht en personen uit de wetenschappelijke wereld. De Hoofdgroep voor Defensieonderzoek, later aangeduid als TNO Defensieonderzoek, werd in beginsel onttrokken aan de verantwoordelijkheid van de Raad van Bestuur van TNO. In 1985 is de TNO Wet van 1930 vervangen door een nieuwe wet⁴ en in 1986 werd een nieuwe a.m.v.b. vastgesteld in de plaats van het TNO Besluit 1980⁵.

Vanaf eind 1989 heeft zich bij TNO een cultuuromslag voorgedaan. De organisatie, die tot nu toe geleid was door een Raad van Bestuur (tot 1980 een dagelijks bestuur) met voorzitters die afkomstig waren uit de wetenschappelijke wereld, heeft vanaf november 1989 voorzitters gekregen die hun sporen hadden verdiend in het bedrijfsleven. De nadruk werd gelegd op een marktgerichte en vooral klantgerichte benadering alsmede op het belang van een bedrijfsmatige en commerciële wijze van opereren.

De nieuwe opstelling heeft TNO Defensieonderzoek niet onberoerd gelaten. In 1990 werd besloten om aan andere markten dan de defensiemarkt extra aandacht te geven en het aandeel civiel onderzoek in de totale omzet, dat overigens al enkele jaren enigszins was gestegen, verder te laten groeien. Daarnaast werd de hoofdgroep sinds 1991 geconfronteerd met een herstructurering van de krijgsmacht en een heroriëntering van de defensiebehoeften. De doelfinanciering werd hierbij verminderd, maar anderzijds werd meer geld beschikbaar gesteld voor direct door Defensie gefinancierde projecten.

Samenwerking met buitenlandse instituten bleef bij dit alles belangrijk. De contacten met andere landen werden vanaf de tweede helft van de jaren tachtig geïntensiveerd. Nadat in 1986 een nieuw Memorandum of Understanding met Canada was gesloten, zijn in 1991 de Memoranda of Understanding met Noorwegen en Groot-Brittannië vervangen door nieuwe akkoorden (ook het Brits-Noorse Memorandum of Understanding is bij die gelegenheid vernieuwd). In 1993 werd een tweede Memorandum of Understanding met Duitsland gesloten, dat de basis zou zijn voor een reeks nieuwe samenwerkingsprojecten en waarop op den duur alle bilaterale contacten werden gebaseerd. Eveneens in 1993 kwamen Memoranda of Understanding met Zwitserland resp. Frankrijk tot stand en begin 1996 kon een Memorandum of Understanding met Zweden worden ondertekend.

In 1994 is opnieuw een reorganisatie bij TNO doorgevoerd, omdat in dat jaar de hoofdgroepen werden opgeheven. Alleen TNO Defensieonderzoek werd als hoofdgroep de jure in stand gelaten, maar de hoofddirectie ervan verdween. Omdat defensieonderzoek een bijzonder karakter heeft als gevolg van de nauwe verwevenheid met de krijgsmacht, de bondgenootschappelijke samenwerking met andere landen en het gerubriceerde karakter

4 Staatsblad 1985, 762.

5 Staatsblad 1986, 214.

van een deel van het onderzoek, is een staf Defensieonderzoek in stand gelaten. Deze heeft tot taak ervoor te zorgen dat de wettelijk bepaalde exclusieve band tussen TNO en Defensie gecontinueerd kan worden. TNO is in dit verband bij Defensie aangemerkt als het onderzoeklaboratorium of 'huislaboratorium' van Defensie, dat belast is met het ondersteunen van het ministerie bij het in stand houden van een voor zijn taken berekende krijgsmacht.

Aan het begrip 'huislaboratorium' van Defensie is naderhand inhoud gegeven in nota's zowel van TNO als van Defensie; daarmee is mede beoogd de consequenties van deze kwalificatie in kaart te brengen. De gedachtewisseling over dit onderwerp illustreert dat een accentverschuiving heeft plaatsgevonden in het denken over defensieonderzoek sinds het begin van de jaren vijftig. Werd het toen, blijkens de woorden van Sizoo, noodzakelijk geacht te motiveren waarom defensieonderzoek bij TNO moest worden verricht, nu werd de noodzaak gevoeld te motiveren waarom een deel van TNO zich speciaal op Defensie zou moeten richten en waarom hiervoor speciale voorzieningen noodzakelijk waren.

Inmiddels lijkt TNO Defensieonderzoek in de nieuwe sinds 1990 gegroeide situatie een geëigende plaats te hebben verworven. De toekomst biedt nieuwe uitdagingen en TNO Defensieonderzoek bereidt zich voor om hierop op passende wijze te reageren.

Voorzitters van het bestuur van de RVO-TNO en van de Raad voor het Defensieonderzoek TNO

Bestuur van de RVO-TNO

1947-1972 Prof.dr. G.J. Sizoo
1972-1980 Prof.dr.ir. H.J. Dirksen

Raad voor het Defensieonderzoek TNO

1980-1984 Prof.dr.ir. H.J. Dirksen
1984-1990 Dr. P.B.R. de Geus
1990-1994 Ir. F.E. Mathijssen Gerst (waarnemend voorzitter)
1994-1996 Ir. C.M.N. Belderbos
1996-heden Ir. E.I.L.D.G. Margherita

De instituten van TNO Defensieonderzoek

Tot TNO Defensieonderzoek behoren:

- TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium
- TNO Prins Maurits Laboratorium
- TNO Technische Menskunde.

Het onderzoekprogramma van Overig Defensie Onderzoek (ODO) omvat een aantal onderzoekgebieden waarvoor structureel behoefte bestaat vanuit Defensie en waarvoor de expertise aanwezig is bij andere TNO-instituten en het Marin.

TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium

W.L. Smith, ir. G.H. Heebels

Inleiding

In 1924 besloot de toenmalige minister van Oorlog naar aanleiding van geruchten omtrent 'dodende stralen' tot instelling van de 'Commissie voor Physische Strijdmiddelen' onder voorzitterschap van Jhr. prof.dr. G.J. Elias. Op aandringen van deze commissie kwam het Laboratorium van de Commissie voor Physische Strijdmiddelen, in de wandeling 'Meetgebouw' genoemd, tot stand. Op 1 december 1927 werd het in gebruik genomen met als directeur ir. J.L. van Soest. Dit niet meer bestaande gebouwtje stond op de Vakke van Waalsdorp te Den Haag.

Al spoedig bleek de 'dodende-straal-affaire' een fictie. Er waren echter tal van andere, minder sciencefictionachtige problemen die nader onderzocht dienden te worden door de medewerkers van het 'Meetgebouw'. Ten behoeve van het Departement van Oorlog werd onder andere een akoestisch luistertoestel ontwikkeld ter bepaling van de richting van een vliegtuig.

Ook radiocommunicatie kreeg de nodige aandacht. Dit leidde onder meer tot de ontwikkeling door Jhr. ir. J.L.W.C. von Weiler van een 'elektrisch luistertoestel' (later radar genoemd). Dit werd door de N.S.F. (Nederlandse Seinstoestellen Fabriek) in serieproductie genomen.

Twee van deze sets werden in mei 1940 naar Engeland verscheept, om als afstandmeter samen te werken met de vuurleiding van de 40mm-Boforsmitrailleurs die de Koninklijke Marine op haar schepen in gebruik had.

Na de capitulatie in 1940 kon uiteraard het defensiewerk in Nederland niet worden voortgezet. In Engeland echter werkte Von Weiler verder aan de vervolmaking van radar, gebruik-



*Akoestisch luistertoestel. **

* Meer informatie over beide afgebeelde luistertoestellen is te verkrijgen bij ir. B.C. Reith, conservator van 'Museum Waalsdorp', TNO-FEL. Zie ook <http://www.tno.nl/institu/fel/museum>

makend van de opgedane ervaring. In 1941 volgde de overgang van het Laboratorium naar de PTT als 'Fysisch Laboratorium PTT'.

Na de bevrijding kwam het Fysisch Laboratorium PTT weer onder het Departement van Oorlog als 'Fysisch Laboratorium van het Departement van Oorlog'.

Het Fysisch Laboratorium RVO-TNO

In 1946 werd de Rijksverdedigingsorganisatie TNO (RVO-TNO) opgericht en in 1948 werd het Fysisch

Laboratorium van het Departement van Oorlog opgenomen in de RVO-TNO als 'Fysisch Laboratorium RVO-TNO'.

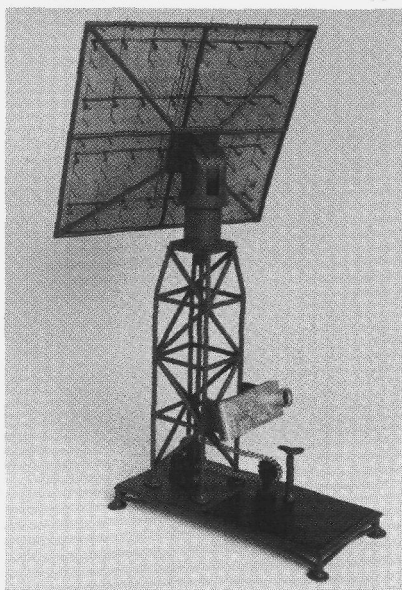
Later werd de naam nogmaals gewijzigd in 'Fysisch Laboratorium TNO'.

In die tijd werden de activiteiten in verschillende richtingen uitgebreid, afhankelijk van de opdrachten die in Rijksverdedigingsverband werden ontvangen.

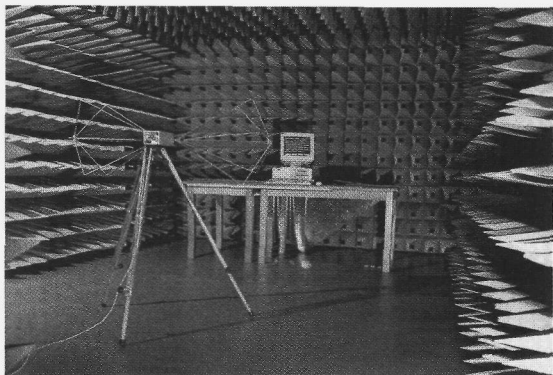
Tot mei 1968 is de plaats van het laboratorium dezelfde gebleven als die van het laboratorium uit 1927. Daarna is het nieuwe laboratoriumgebouw, gelegen aan de rand van de Vlake van Waalsdorp, in gebruik genomen. De toegenomen activiteiten leidden tot een personeelsbestand van ca. 350 medewerkers. Naast dit nieuwe gebouw voor het Fysisch Laboratorium TNO werd een tweede gebouw opgetrokken van nagenoeg dezelfde grootte en vorm ten behoeve van het 'SHAPE Technical Centre' (nu 'NATO C3 Agency'), een instituut waarvan de kern in

1955 mede werd gevormd door een aantal medewerkers van het Fysisch Laboratorium TNO.

In 1977 vierde het laboratorium zijn 50-jarig bestaan. Ter gelegenheid hiervan is het gedenkboek 'Fysisch Laboratorium 1927-1977' uitgebracht. In het tweede deel ervan wordt ingegaan op de periode 1947-1977. Het onderzoek strekte zich in deze periode uit over een tiental werkgebieden.



'Elektrisch luistertoestel'. *



TEMPEST-meetopstelling voor de bepaling van ongewenste uitstraling.



EMP-simulator in de duinen achter het laboratorium.

VHF/UHF-radiocommunicatieonderzoek via de troposfeer voor communicatie tot ver over de radiohorizon. In 1967 werd een onderzoekprogramma opgezet voor Tactische Satelliet-

communicatie. Tevens werden de eerste stappen gezet voor de onderwerpen Ongewenste Elektromagnetische Uitstraling van Verbindingsapparatuur en EMP (Elektromagnetische Puls).

Op microgolfg gebied werd reeds in een vroeg stadium begonnen met onderzoek aan radar-absorberend materiaal (RAM), bedoeld voor de verlaging van de radarcross-sectie (RCS) van objecten (later 'stealth technology' genoemd). Veel effort werd gestopt in clutter-onderzoek en er werd aangevangen met onderzoek naar de voortplantingseigenschappen van micro- en millimetergolven. In het begin van de zestiger jaren werd een aanvang gemaakt met onderzoek aan ferriet fasedraaiers. Dit leidde in 1971 tot de bouw van een 'phased array'-antenne met 850 ferriet fasedraaiers (CAISSA), waarbij Hollandse Signaalapparaten een deel van de productie van voornamelijk elektronische onderdelen heeft verzorgd. Later is deze antenne gebruikt in de experimentele Phased Array Radar FUCAS.

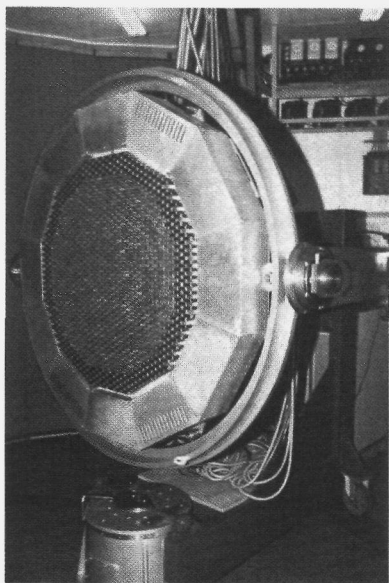
De eerste stappen op het gebied van digitale techniek werden in 1951 gezet met de ontwikkeling van een elek-

In die periode werd bij het werkgebied Fysica en Ver Infrarood gewerkt aan onderwerpen als helderheidsversterkers, detectie van warmtestraling, lasers, remote sensing, atmosferisch onderzoek en omgevingsonderzoek.

Bij de groep Telecommunicatie werd in 1950 begonnen met

Op microgolfg gebied werd reeds in een vroeg stadium begonnen met onderzoek aan radar-

tronische tijdmeten, bestemd voor de Commissie van Proefnemingen van de Koninklijke Landmacht ten behoeve van snelheidsmeting van projectielen. Een tweede toepassing was DICO, bestemd voor plaatsing aan boord van een onderzeebootjager. Dit apparaat bepaalde in combinatie met een sonarinstallatie de diepte van een vijandelijke onderzeeboot met inachtneming van temperatuur en gradiënten in het zeewater, die een buigend effect hebben op de geluidsbanen. Het toepassingsgebied verbreedde zich al snel, zoals ook in de naam van de groep tot uitdrukking kwam: Elektronisch Rekenen - Digitale Techniek - Informatie Verwerkende Systemen.



CAISSA phased array-antenne met 850 ferriet fasedraaiers.

Alhoewel pas in 1967 de researchgroep Signaalverwerking een eigen leven is gaan leiden, is het vak al vanaf 1957 beoefend. Eén van de eerste onderwerpen was de studie van de signaal-ruis-eigenschappen van correlators. Naarmate meer kennis van statistische detectietheorie werd verkregen, werd hier meer aandacht aan besteed. Zo ontstond het idee om een correlator voor pulscompressie te gebruiken. Pulscompressie is een methode om de pulsenergie van radars of sonars te vergroten bij gelijkblijvend zendvermogen en onder behoud van de afstandresolutie.

De eerste experimenten werden met sonar uitgevoerd omdat in die tijd de elektronische aanloopproblemen bij radar veel groter waren. Later is meer aan radardetectieonderzoek gedaan, zoals sequente detectie (van belang bij 'phased array'-radarsystemen).

In 1946 werd met proefnemingen op het terrein van de absorptie van geluid in vloeistoffen een schoorvoetend begin gemaakt met fundamenteel onderzoek op het gebied van onderwaterakoestiek. Ook werd kennisgemaakt met in de oorlog gebruikte sonarapparatuur. In 1948 werd het laboratorium belast met de ontwikkeling van een sonar, bestemd voor het toenmalige nieuwbouwprogramma. In 1950 kwam het laboratoriummodel gereed onder de naam DATO. Dit proto-

type Detectie Apparaat Tegen Onderzeeboten bleek tot volle tevredenheid te werken en daarop volgde de serieproductie onder de typering PAE-I. In deze periode werd veel werk verricht aan de ontwikkeling van transducers en hydrofoons. Later werd meer aandacht gegeven aan propagatieonderzoek.

Tijdens de Tweede Wereldoorlog werd door beide partijen voor het eerst gebruikgemaakt van invloedsmijnen, d.w.z. mijnen waarvan de ontsteking geactiveerd kan worden zonder direct contact met het doelschip. De voornaamste scheepsinvloeden in dit verband waren het magnetisch veld, het onder water uitgestraalde lawaai en verstoring van de waterdruk. Vanaf 1949 werd het laboratorium bij deze geheel nieuwe problematiek van de bestrijding van invloedsmijnen betrokken. Met de nieuwbouw van het laboratorium in 1968 werd van de gelegenheid gebruikgemaakt om daarbij een gebouw neer te zetten, opgetrokken uit zorgvuldig geselecteerd a-magnetisch materiaal. In dit gebouw werd een installatie geplaatst waarmee in een drie-assig stelsel van spoelen nauwkeurig bekende verstoringen van het aardmagnetisch veld konden worden opgewekt. Met behulp hiervan konden ontstekers van magnetische mijnen in detail worden onderzocht.

De Operationele Research (OR) is als het ware via een omweg het laboratorium binnengekomen. In 1955 was door prof. Van Soest een speciaal werkgroepje gevormd met als taak nieuwe onderzoekgebieden te exploiteren. Voor het vinden van de oplossing voor een optimaal communicatiekanaal moest de theorie van de strategische spelen bestudeerd worden. Al spoedig bleek dat de strategische spelen niet alleen toepassingen hadden bij poker en coalitievorming, maar dat ook militaire toepassingen mogelijk waren. De eerste krijgsmacht-opdracht kwam in 1956: het bepalen van de optimale zoekprocedure voor de 'zoeklicht'-sonars PAE-I en CWE-I, die geïnstalleerd waren op de Holland/Frieslandklasse onderzeebootjagers. Aanvankelijk werd alleen voor de Koninklijke Marine gewerkt. In 1964 kwam hier verandering in met een opdracht van de Koninklijke Luchtmacht voor de evaluatie van de 40mm-luchtdoelartillerie. Enige tijd later kwam de Koninklijke Landmacht met de keuze van een nieuw transport-

Effectieve defensie is een kwestie van voorzien.



Om straks een goede
opvolger te kiezen is nu al
gedegen studie nodig.

Het zal nog duren tot het begin van de volgende eeuw. Maar dan zijn de in Nederland operationele rupsvoertuigen YPR en M577 echt aan vervanging toe. In samenwerking met bijvoorbeeld Duitsland en Frankrijk moet er een opvolger worden gekozen en dat vraagt om gedegen studie. De Koninklijke Landmacht heeft TNO Defensieonderzoek ingeschakeld om mee te werken aan de voorbereiding van die keuze.

Op dit moment gaat het daarbij allereerst om de inventarisatie van de eisen waaraan die opvolger moet voldoen. De technische eisen en mogelijkheden zijn door TNO Defensieonderzoek aangegeven in het rapport 'Ondersteuning Planconcept Vervanging YPR-765'. Daarbij staat het streven naar optimale bescherming, maximale wapeneffectiviteit en mobiliteit centraal. Maar ook ergonomische aspecten, de voordelen van rups- of wiel aandrijving en de mogelijkheden om een veelheid aan geavanceerde informatiesystemen in een overzichtelijk 'Battlefield Management Systeem' onder te brengen worden nauwkeurig onderzocht.

Met alle ervaring die de specialisten van TNO in de loop der jaren op dit gebied hebben opgebouwd. Met gedegen scenario-analyses en systeemevaluaties. En met het sterke vermogen om snel over te schakelen van conceptueel denken naar praktisch handelen. De nauwe samenwerking tussen de Koninklijke Landmacht en TNO Defensieonderzoek heeft dan ook de verlagng van projectrisico's en een grotere kans op succesvolle projectrealisatie als resultaat. Een prettige gedachte, als het om zulke grote beslissingen gaat.



De kracht van kennis.

voertuig voor het legerkorps. De computer drukte al snel een stempel op de OR. Na vervanging van de Elliot 803 door de Control Data CD3200 en de aanschaf van de CD1700 en Digigraphic ontstonden nieuwe mogelijkheden, o.a. voor 'wargaming'.

Het Laboratorium Electronische Ontwikkelingen voor de Krijgsmacht (LEOK)

Bij de Marine Radio Dienst te Oegstgeest werd in 1946 de inmiddels uit Engeland teruggekeerde Von Weiler belast met de leiding van de afdeling Beproeving en Ontwikkeling. Deze afdeling vormde in 1950 als LEO (Laboratorium Electronische Ontwikkelingen voor de Koninklijke Marine) met slechts 20 man het begin van het in 1955 gestichte LEOK (Laboratorium Electronische Ontwikkelingen voor de Krijgsmacht).

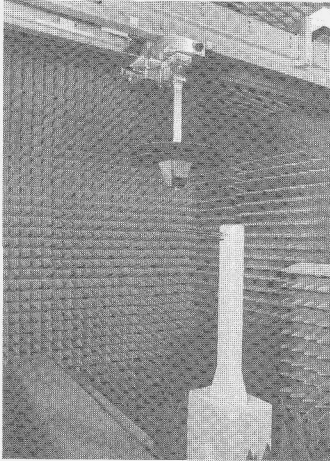
Aanvankelijk gehuisvest in een deel van het toenmalige Marine Electronisch Bedrijf leidde ook hier de vergrote omvang van het werk voor de drie krijgsmachtdelen tot huisvesting in een afzonderlijk gebouw (1958) en weer later tot verdere uitbreiding.

In 1975 herdacht het LEOK zijn 25-jarig bestaan met een jubileumboek. Het personeelsbestand was inmiddels gegroeid tot ca. 150. De organisatie van het LEOK kende Systeemgroepen en Laboratorium Afdelingen. De Systeemgroepen waren in beginsel gespecialiseerd op technische gebieden en toepassingsgebieden. De Laboratorium Afdelingen waren in beginsel gespecialiseerd op technische gebieden en technieken. De Systeemgroepen leverden de projectleiders, die een beroep konden doen op de lab-afdelingen voor het verrichten van 'elektronische ontwikkelingen'. Naast het ontwikkelingswerk werd ondersteuning aan de krijgsmacht gegeven bij aanschaf van apparatuur. In grote lijnen zagen de werkgebieden er in die tijd als volgt uit:

- Het werkgebied radar-EOV (Electronische Oorlog Voering) omvatte de deelgebieden Electronic Counter Measures (ECM), Electronic Support Measures (ESM) en Electronic Counter Counter Measures (ECCM). Onderwerpen waren ruis en misleiding stoorzenders, zoekontvangers en Radar

Warning Receivers. Voor de beoordeling van de effectiviteit van EOY-middelen werden de eerste simulatiemodellen ontwikkeld.

- Het radaronderzoek richtte zich zowel op zenders en zenderketens (toepassing pulscompressie) en ontvangers als op signaalverwerking voor zoek- en volgradars. Onderwerpen waren anti-storing (zijlsonderdrukking), anti-clutter en anti-spiegeleffect en het vergroten van detectiekansen en -nauwkeurigheden. In die tijd werd ook het onderwerp 'gevaren van microgolfstraling voor mens en munitie' opgepakt.
- Het werk op microgolfgebied betrof de ontwikkeling en evaluatie van microgolfdeelsystemen en -componenten voor toepassing in zend/ontvangstsystemen voor radar-, communicatie- en EOY-apparatuur. Er werd gestart met een eigen dunnefilmafdeling voor de vervaardiging van Microgolf Integrated Circuits (MIC). Samen met de kennis van het Fysisch Laboratorium TNO heeft dit later de aanzet gegeven voor de huidige MMIC-activiteiten.
- Het werkgebied Data-handling behelsde het ontwerpen van systemen met een integrale benadering van de verschillende aspecten, die bij de behandeling van informatie konden voorkomen, zodat een optimaal resultaat verkregen werd. Als voorbeelden van toepassingen zijn te noemen simulatie- en trainingsystemen.
- Vuurleidingsystemen, met in het bijzonder de regeltechnische aspecten bij het opsporen en volgen van doelen, waren het werkgebied van de systeemgroep Wapensystemen en Regeltechniek. Toepassingen lagen op het terrein van lucht-doel- en torpedovuurleiding, besturing en blindgeleiding van missiles en het ontwerp van radarrichttoestellen.
- Op het gebied van Presentatie Technieken werd gewerkt aan radar- en sonarbeeldkasten (o.a. voor trainers), grootscherm-displays voor de nieuwe fregatten, synthetische en kleuren-displays. Typische onderwerpen van onderzoek waren digitale afbuigtechnieken, correctie van beeldvorming en snelle D/A- en A/D-conversie.
- Voor het gebied Onderwater Technieken was het onderzoek gericht op het ontwikkelen en verbeteren van actieve/passieve



*Modelbaan
Nabijheidsbuisen
(MONA).*

sonars en boeien met de nadruk op detectie, analyse en presentatie van signalen. Toepassingen waren opzet en evaluatie van nieuwe systemen, bouw van simulatoren en trainers, onderzoek van ruis en storing alsmede automatische detectoren.

- Radio en Lijncommunicatie omvatte Electromagnetic Compatibility (EMC) en alle aspecten van communicatie-EOV. De toepassingen lagen onder meer op het terrein van speciale zend- en ontvangstapparaten, speciale antennes en automatische detectie.
- Onder Bijzondere Technieken vielen 2 gebieden. De eerste was Electronica, welke betrekking heeft op de ontsteking van munitie zoals nabijheidsbuisen en

elektrische tijd- en schokbuisen. Het andere gebied betrof bewaking, verdeeld in gevechtsveldbewaking, objectbewaking en systeembewaking.

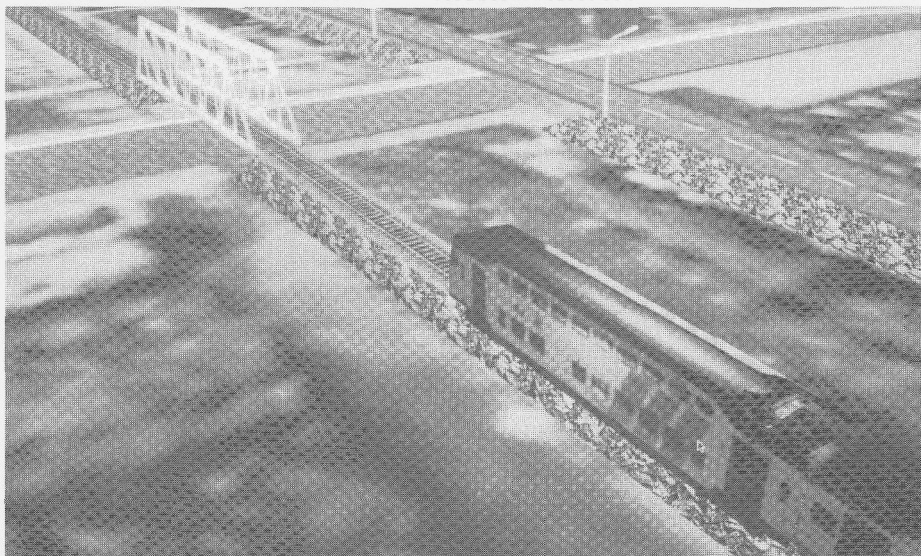
- De taak van de Rekenafdeling was het uitvoeren van mathematisch en wetenschappelijk rekenwerk en procescontrol/online softwaretechnieken. Als typische onderwerpen zijn te noemen Kalman-filtering, discrete Fouriertransformaties, systeemsimulaties, simulatoren, video-extractors, opleidingstrainers enz.

TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium (TNO-FEL)

In 1977 werd het LEOK opgenomen in de RVO-TNO en begin 1980 werd door het ministerie van Defensie het beleidsvoornemen bekendgemaakt om het Fysisch Laboratorium TNO en het LEOK te integreren tot één laboratorium. Voor de huisvesting daarvan werd het bestaande gebouw van het Fysisch Laboratorium TNO gekozen. Dit instituut werd uitgebreid met een op de voorgevel aansluitende nieuwbouw. De formele integratie van beide laboratoria werd op 1 december 1984 een feit. Het nieuwe laboratorium kreeg de naam 'Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO' (FEL-TNO), tegenwoordig 'TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium' (TNO-FEL). De huidige werkgebieden van TNO-FEL, dat op 1 juni 1997 zijn 12½-jarig bestaan vierde met een groot feest voor de medewerkers, zijn:

- Operations Research & Bedrijfsvoering
- Command & Control en Simulatie
- Telecommunicatie en Defensie-Elektronica
- Waarnemingssystemen.

1. Operations Research & Bedrijfsvoering richt zich primair op evaluatie en ondersteuning bij beleid, beslissingsondersteuning bij aanschaf, inzet en gebruik van de Defensie beschikbaar staande middelen. Een belangrijke basis vormt hierbij de uitgebreide en diepgaande kennis van militaire operaties en doctrines. Bij het onderzoek wordt gebruikgemaakt van een verscheidenheid aan modellen voor beoordeling en verbetering van gebruik en operationele effectiviteit van nieuwe processen en procedures. Hierbij streeft de divisie naar verbetering van de kosteneffectiviteit bij logistiek, transport en onderhoud materiaal, samenstelling krijgsmachtdelen, tactische inzet en training.



Voorbeeld van een virtuele omgeving die in een interactieve simulatie gebruikt wordt.



LIDAR voor atmosferisch onderzoek.

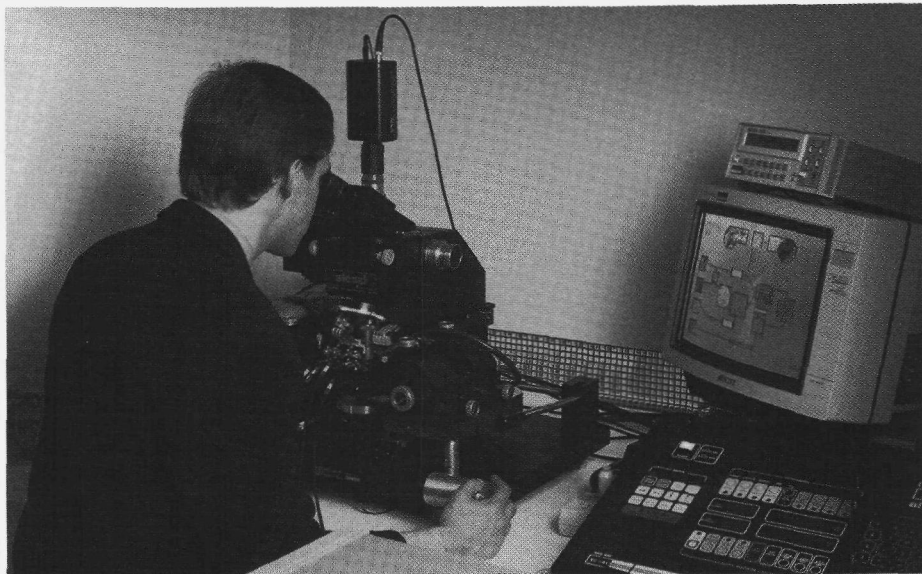
2. Command & Control en Simulatie is gericht op ondersteuning van het ontwerp, ontwikkeling en toepassing van informatie-technologie en controlsystemen. De activiteiten betreffen ondersteuning bij het digitaliseren van het optreden/gevechtveld en de horizontale en verticale integratie van de C2-processen, alsmede het digitaliseren van opleidingsprocessen voortvloeiend uit het nieuwe optreden en nieuwe middelen. Vanuit de simulatie-expertises wordt een integrerende bijdrage geleverd aan de programma's rond wapensystemen, zowel land, lucht als maritiem. Specifieke invalshoek is 'virtual prototyping', d.w.z. het evalueren van wapensystemen in een (virtuele) simulatie. In een experimentele

research- en evaluatieomgeving (ingebod in de defensie-infrastructuur en internationale netwerken) wordt gewerkt aan de oplossing van vragen m.b.t. doctrineontwikkeling, opleiding en training, commandovoering en materieel.

3. In de divisie Telecommunicatie en Defensie-Elektronica is de kennis geconcentreerd op de gebieden telecommunicatie, informatie- en objectbeveiliging, elektromagnetische effecten, elektronische oorlogvoering en defensie-elektronica (waaronder sensor- en wapenelektronica). Het werk is gericht op toepassingsgericht onderzoek, productie van prototypes, systeemontwikkeling en advieswerk.

De divisie is gespecialiseerd in de integratie en beveiliging van bestaande en nieuwe informatiesystemen, netwerkbeheer, mobiele en satellietcommunicatie en micro-elektronica.

4. De divisie Waarnemingssystemen is gespecialiseerd in onderzoek aan sensoren in het microgolfgebied (radar, remote sensing), in elektro-optiek (lasers en infrarood) en in onderwaterakoestiek. Hierbij wordt niet alleen puur onderzoek aan sensoren verricht, maar is de benadering ook meer multidisciplinair gericht op onderwerpen verbonden aan het gebruik van sensoren zoals topografie, doelsignalen en signaalverwerking (inclusief sensor en datafusie).



*Testen van Monolithic
Microwave Integrated
Circuits (MMIC's) voor
Active Phased Array Radar
(APAR).*

Op civiel gebied heeft TNO-FEL een aantal speerpunten geformuleerd:

- beveiliging en veiligheid
- ruimtevaart
- trainers en simulatoren
- telecommunicatie en multimedia.

Enerzijds wordt met deze speerpunten kennis opgedaan die bruikbaar is voor Defensie en anderzijds kunnen op die manier medefinanciers worden aangetrokken die het mogelijk maken de voor Defensie noodzakelijke infrastructuur in stand te houden.

Vanaf de oprichting in 1984 zijn 3 directeuren werkzaam geweest:

- Ir. C.M.N. Belderbos (1984-1990)
- Ir. P. Spohr (1990-1992)
- Dr. J.W. Maas (1992-heden).

TNO Prins Maurits Laboratorium

'Tandem fit surculus arbor'

Ir. M. van Zelm

Inleiding

Op een muurreliëf in de hal van TNO Prins Maurits Laboratorium is een afbeelding van Prins Maurits, wiens naam het instituut draagt, samen met zijn lijfspreuk: Tandem fit surculus arbor - Eens wordt de stek een boom!

De 'stek' van TNO Prins Maurits Laboratorium wordt geplant in 1838 als in Delft een Scheikundig Laboratorium als onderdeel van de pyrotechnische werkplaatsen wordt ingericht. Met een aantal andere voorzieningen zullen deze werkplaatsen later Artillerie-Inrichtingen gaan heten. Vanaf dat moment begint de 'stek' een langzame doch gestage groei die in de twintigste eeuw vooral na de Tweede Wereldoorlog versnelt tot volwassenheid.

De periode tot het eind van de Tweede Wereldoorlog

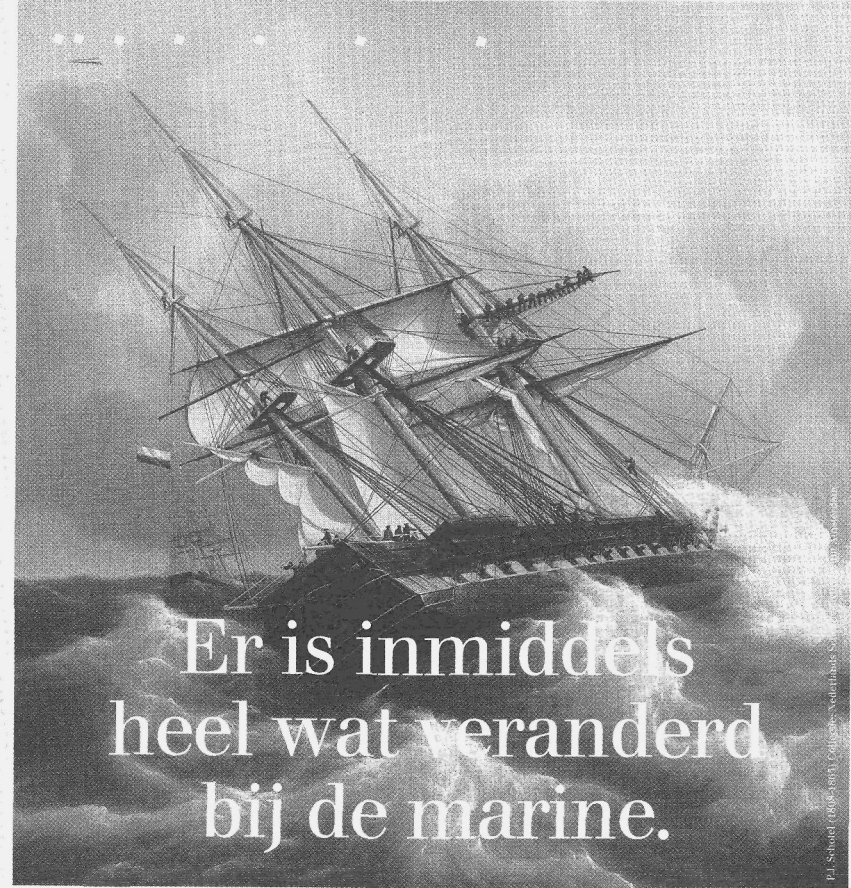
De werkzaamheden van het oude Scheikundig Laboratorium betreffen voornamelijk karakterisering en keuring van stoffen, materialen en munitiecomponenten zoals ontstekers, slaghoedjes en buskruit; systematisch speurwerk gericht op verbeteringen zal nog lange tijd niet aan de orde zijn. De Artillerie-Inrichtingen vertrekken aan het einde van de 19e eeuw uit Delft naar de locatie Hembrug bij Zaandam. De Eerste Wereldoorlog geeft nieuwe impulsen aan het Scheikundig Laboratorium. In het bijzonder speelt hierbij het feit dat voor het eerst op grote schaal giftige chemicaliën worden gebruikt op het slagveld. In Nederland leidt dit tot aanschaffing van beschermingsmiddelen, in de eerste plaats van gasmaskers. Aanvankelijk waren deze van Engelse makelij, later zorgen de Artillerie-Inrichtingen voor productie in eigen land. Ook wordt er ontsmettingsonderzoek uitgevoerd. De dreiging van de Tweede Wereldoorlog gaat gepaard met veel angst voor aanvallen met chemische wapens, omdat nu immers ook het luchtwapen tot ontwikkeling is gekomen dat voor verspreiding van chemische strijdmiddelen, ook op de burgerbevolking,

kan zorgdragen. Onder leiding van ir. A.J. der Weduwen, die in de jaren dertig uitgenodigd wordt als secretaris toe te treden tot de adviescommissie 'ter bestudering van het strijdgasvraagstuk' wordt veel aandacht gegeven aan de bescherming. Diverse typen militaire maskers van A tot en met G zijn in de periode tot aan de Tweede Wereldoorlog dan ontwikkeld. Voor de burgerbevolking worden specificaties voor maskers opgesteld. De vele typen die fabrikanten in die periode op de markt aanbieden, worden op hun werkzaamheid in het Scheikundig Laboratorium getoetst.

De dreigende politieke ontwikkelingen in Europa aan het eind van de jaren dertig en het groeiende besef dat de snelle ontwikkelingen in de chemie wel eens zouden kunnen leiden tot toepassing van geheel nieuwe verbindingen als chemische strijdmiddelen, doen de Opperbevelhebber der Land- en Zeemachten in augustus 1939 besluiten een Centraal Laboratorium van het Algemene Hoofdkwartier op te richten, dat in het bijzonder over nieuwe ontwikkelingen moet adviseren. Nauwe samenwerking met het meer materieelgerichte Scheikundig Laboratorium staat hierbij voorop. Het Centraal Laboratorium wordt ondergebracht bij het organisch-chemisch laboratorium van de Rijksuniversiteit Leiden. Hoofd wordt de reservekapitein dr. J.H. de Boer en plaatsvervangend hoofd de reservekapitein drs. J. van Ormondt.

De 2 laboratoria is het tijdens de Tweede Wereldoorlog geheel verschillend vergaan. De Artillerie-Inrichtingen hebben voor de oorlog aan de Lange Kleiweg te Rijswijk een tweede vestiging in gebruik genomen voor munitiefabricage.

Ook het Scheikundig Laboratorium keert in 1939 naar deze contreien terug. Het wordt dan met een bezetting van rond 15 medewerkers gehuisvest in het gebouw voor Chemische Technologie van de Technische Hogeschool aan de Julianalaan te Delft. Na het uitbreken van de oorlog slaagt het laboratorium erin als 'Laboratorium Poortlandlaan' in de Organisatie TNO schuil te gaan. Er wordt dan landbouwkundig onderzoek verricht zoals bepalingen aan gedroogd gras, zetmeel, stro, turf en dergelijke. Onder deze paraplu lukt het de bezettingsjaren redelijk ongehavend door te komen. Ook de Artillerie-



Er is inmiddels heel wat veranderd bij de marine.

Gevechtskracht op en vanaf de zee stond in de vorige eeuw voor de marine centraal. En nu nog steeds. Want missies en taken zijn niet wezenlijk veranderd. Wel de technologische wereld. Illustratief in dit verband is het LCF-project: het Luchtverdedigings- en Commando Fregat dat door de Koninklijke Marine met de industrie en TNO Defensieonderzoek in nauwe internationale samenwerking wordt gerealiseerd.

De rol van TNO Defensieonderzoek is veelzijdig. Zo werden analyses en scenario's opgesteld om de eisen aan het fregat te bepalen. Bovendien wordt de nodige expertise ingezet om projectrisico's en -kosten te verlagen en de kans op succesvolle realisatie te verhogen. In 2002 loopt dus een imposant

fregat van stapel. Met sensoren, wapensystemen, scheepsplatformtechnieken en doctrines die zijn afgestemd op de geografische, operationele en technologische context van de 21ste eeuw.



Het fregat van de toekomst.

Geografisch om op open zee én vanaf de zee in kustgebieden te opereren. Operationeel om in 'Multi National Maritime Forces' amfibische en interventieoperaties te ondersteunen. Technologisch 'state-of-the-art' om de sterk evoluerende dreiging gedurende een lange levensduur van het schip te kunnen neutraliseren.



De kracht van kennis.

TNO is een modern kennisbedrijf, gespecialiseerd in het onderzoeken, ontwikkelen en toepassen van nieuwe technologieën. TNO maakt kennis direct inzetbaar in de praktijk van grote en kleine opdrachtgevers, in Nederland en daarbuiten. Contactadres: TNO Defensieonderzoek, Schoemakerstraat 97, 3628 FK Delft, Postbus 6006, 2600 JA Delft, tel 015 269 43 33, fax 015 262 73 19, E-mail pasman@do.tno.nl of via Internet <http://www.tno.nl/instit/def>

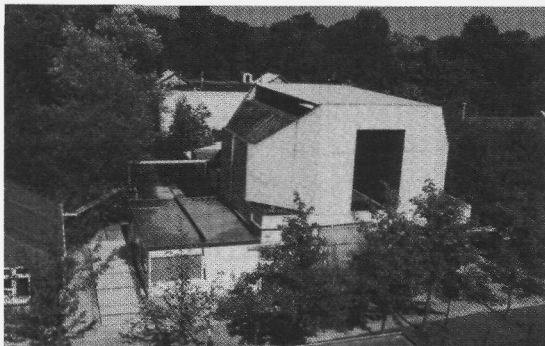
Inrichtingen schakelen om en wel op de productie van landbouwmachines.

Wat het Centraal Laboratorium betreft, dit heeft slechts ongeveer 9 maanden kunnen functioneren tot de inval van de Duitsers in mei 1940. Dr. De Boer en drs. Van Ormondt weten nog net op tijd naar Engeland te ontkomen met medenemen van het belangrijkste deel van het archief. Daar worden de werkzaamheden gedurende de oorlogsjaren voortgezet in het 'Centraal Laboratorium - Afdeling Londen'.

Na de Tweede Wereldoorlog

Na de oorlog in 1945 is er een sterke tendens het technisch-wetenschappelijk onderzoek voor Defensie te bundelen en tegelijk op een andere leest te schoeien. Het blijkt dat de Organisatie TNO een uitstekend kader vormt om aan deze opvattingen gestalte te geven. Op 1 juli 1946 komt de Rijksverdedigingsorganisatie tot stand die ook onderdak zal bieden aan het Scheikundig Laboratorium van de Artillerie-Inrichtingen dat per 1 januari 1949 als Technologisch Laboratorium RVO-TNO verder gaat. Directeur wordt ir. A.J. der Weduwen. Ook het Centraal Laboratorium ondergaat de metamorfose tot Chemisch Laboratorium RVO-TNO per 1 januari 1948 met drs. Van Ormondt als eerste directeur. De taakverdeling tussen beide laboratoria blijft ongeveer gelijk aan die tussen Scheikundig Laboratorium en Centraal Laboratorium. Het Technologisch Laboratorium zal zich meer met onderzoek, beproeving en controle van kruit, springstoffen en munitie bezighouden, het Chemisch Laboratorium meer met research van nieuwe ontwikkelingen in de chemische oorlogvoering. Het Technologisch Laboratorium telt op dat moment ca. 20 medewerkers, het Chemisch Laboratorium slechts 3.

Van een eigen huisvesting is dan nog geen sprake. Beide laboratoria blijven tot respectievelijk 1956 en 1957 gehuisvest aan de Julianalaan in Delft. Dan is op het terrein van de Artillerie-Inrichtingen aan de Lange Kleiweg te Rijswijk een nieuw gebouwencomplex verrezen dat aan beide laboratoria alsmede aan het uit Leiden gekomen Medisch-Biologisch Laboratorium onderdak biedt. Dit gebouwencomplex krijgt de naam Prins Maurits Gebouw naar de grote veldheer van de



In 1981 werd bij TNO-PML een nieuwe raketproefstand in gebruik genomen.

Oranjes, die samen met zijn leermeester en krijgskundig adviseur Simon Stevin staat afgebeeld op het in de inleiding genoemde muurreliëf in de hal van het gebouw.

In de eerste 15 jaar na de vorming van de Rijksverdedigingsorganisatie groeit de boom van

het defensieonderzoek in TNO snel en daarmee ook de verschillende takken aan de boom. Het Chemisch Laboratorium telt in 1952 al 42 medewerkers en in 1962 bijna 90.

Het Technologisch Laboratorium is dan van de ca. 20 bij de intrede in de RVO-TNO gegroeid tot bijna 140 medewerkers in 1962. Hiermee is de boom bijna volwassen geworden en hij groeit daarna nog wel, maar in een langzamer tempo.

Ir. A.J. der Weduwen wordt in het begin van de jaren zestig als directeur Technologisch Laboratorium opgevolgd door dr. E.W. Lindeyer, die in het begin van de jaren zeventig wordt opgevolgd door dr.ir. H.J. Pasman. Op het Chemisch Laboratorium wordt drs. Van Ormondt in 1965 opgevolgd door dr. A.J.J. Ooms.

Tot 1978 functioneren de 3 laboratoria van de Rijksverdedigingsorganisatie in het Prins Maurits Gebouw als 3 afzonderlijke laboratoria met enkele gemeenschappelijke ondersteunende afdelingen. In 1978 verdwijnt het Medisch-Biologisch Laboratorium uit de Rijksverdedigingsorganisatie om onderdeel te worden van een andere 'bijzondere organisatie' van TNO, namelijk de Gezondheidsorganisatie TNO. Dit is het goede moment om nog eens naar de besturing van de 2 overblijvende gebouwen verblijvende laboratoria te kijken. Per 1 januari 1979 worden beide laboratoria dan samengevoegd tot één laboratorium met de weinig originele naam Prins Maurits Laboratorium TNO. Doel van deze integratie is kostenbeheersing door een verdere centralisatie van de beheersafdelingen, het wegnemen van structurele en organisatorische oneffenheden en om eventuele prioriteitsverschuivingen tussen de programma's van beide laboratoria gemakkelijker te kunnen doorvoeren. Directeur wordt



Het Standard Missile van de Koninklijke Marine klaar voor beproeving in de raketproefstand van TNO-PML.

aantal jubilea tegelijk: 150 jaar defensieresearch, 40 jaar Chemisch en Technologisch Laboratorium en 10 jaar Prins Maurits Laboratorium.

Inmiddels is in 10 jaar Prins Maurits Laboratorium duidelijk geworden dat de integratie van de beide samenstellende laboratoria niet volledig is geslaagd en dat een ingrijpende reorganisatie gewenst is ter verbetering van de bestuurbaarheid maar ook om sneller en slagvaardiger te kunnen opereren in een snel veranderende markt. Onder leiding van Brig.gen. b.d. ir. E.B. van Erp Taalman Kip, die dr. Ooms in 1988 als directeur is opgevolgd, wordt hieraan hard en met succes gewerkt. Sinds 1992 opereert het laboratorium onder een tweehoofdige directie met een divisiestructuur van 4 divisies, waarbinnen researchgroepen. Deze divisies zijn Toxische Stoffen, Munitie-technologie & Explosieveiligheid, Wapens & Wapenplatformen en een divisie Bedrijfsdiensten, waarin de ondersteunende diensten zijn ondergebracht. De huidige directeur is SbN b.d. ir. R.M Lutje Schipholt met als programmadirecteur ir. M. van Zelm.

Met de groei van het laboratorium en vernieuwingen in het programma zijn vernieuwingen in experimentele faciliteiten en huisvesting gepaard gegaan. Zo beschikt het laboratorium thans over een indoor-Raketproefstand, een speciaal laboratorium voor het werken met hoogtoxische stoffen, en op het voormalig vliegveld Ypenburg een pyrotechnisch laboratorium en een laboratorium voor ballistisch onderzoek. In Delft bevindt zich het pulsфysisch laboratorium. Plannen om nog een aantal sterk verouderde beproevingsfaciliteiten nieuw te bouwen op Ypenburg zijn in een vergevorderd stadium.

dr. A.J.J. Ooms, bijgestaan door dr.ir. H.J. Pasman als directeur Technologische Research en ir. M. van Zelm als directeur Chemische Research. In 1988 viert het Prins Maurits Laboratorium met o.a. 'open dagen' en een speciale publicatie 'Prins Maurits Laboratorium TNO: Veelzijdig en dynamisch' een

De beste bescherming is kennis.

Vrede en veiligheid. We raken er als Nederlanders bijna aan gewend. Maar wie de risico's niet kent, kan nooit zeggen dat hij veilig is. Daarom houden de mensen van TNO Defensieonderzoek zich met de risico's en de beheersing daarvan bezig. Als naaste adviseur van het ministerie van Defensie leveren zij een kennisintensieve bijdrage als het gaat om strategische planning, vergroting van de efficiency en persoonsbescherming. Daarbij speelt vaak uiterst geavanceerde technologie een doorslaggevende rol. Dat geldt bijvoorbeeld voor de simulatieprogramma's die TNO voor de krijgsmacht ontwikkelt. Ze maken het mogelijk conflictscenario's te oefenen zonder echt materieel in te zetten. En zo kan bijvoorbeeld ook civiele rampenbestrijding worden geoefend.

Of denkt u eens aan de vredesoperaties waarvoor onze krijgsmacht steeds vaker wordt ingeschakeld. Ze voeren de manschappen meestal naar gebieden met

onbekende risico's en extreme klimaten. Zowel koude als hitte heeft gevolgen voor de inzetbaarheid van de soldaat en dus voor zijn veiligheid. Samen met de krijgsmacht ontwikkelt TNO de kennis die nodig is om de beschermingsystemen die door de industrie worden aangeboden op waarde te schatten.

Maar ook door de ontwikkeling van nieuwe mijnopruimingstechnieken en het assisteren bij de opruiming van chemische wapens levert TNO Defensieonderzoek een bijdrage aan een veiliger wereld. Zo bewijst TNO dat kennis inderdaad de beste bescherming biedt. Dat is niet alleen van belang voor nationale en internationale militaire opdrachtgevers, maar ook voor u.



De kracht van kennis.

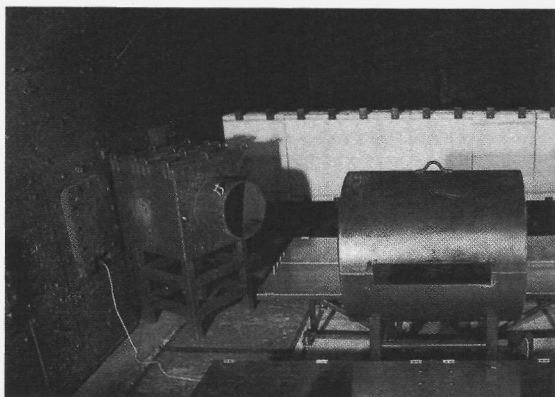
TNO is een modern kennisbedrijf, gespecialiseerd in het onderzoeken, ontwikkelen en toepassen van nieuwe technologieën. TNO maakt kennis direct inzetbaar in de praktijk van grote en kleine opdrachtgevers, in Nederland en daarbuiten. Contactadres: TNO Wegwijzer, postbus 6050, 2600 JA Delft, tel. 015 269 69 69 of via Internet <http://www.tno.nl>



Korte schets van de ontwikkelingen in de onderzoekgebieden van TNO Prins Maurits Laboratorium

De periode voor 1947 buiten beschouwing latend kenmerkt het onderzoek van het Technologisch Laboratorium zich aanvankelijk door keuringswerk voor de krijgsmacht, niet alleen op het gebied van explosieve stoffen maar ook van oliën, smeermiddelen, was etc.

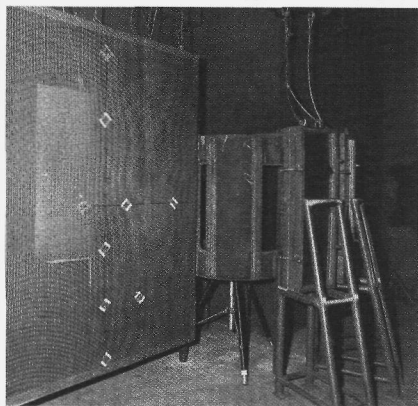
Geleidelijk verandert het karakter van de werkzaamheden echter naar onderzoek over de functionering van munitie en ontwikkeling van munitie of componenten daarvan ter ondersteuning van de Nederlandse industrie. Dit vormt weer een stimulans om explosieve processen diepgaander te bestuderen. Ultrasnelle fotografie en röntgenflitsers worden daarbij als hulpmiddel gebruikt in nieuwgebouwde onderzoekbunkers. Begin van de jaren



Opstelling van apparatuur ter bepaling van het verschervingsgedrag van munitie in het nieuwe Laboratorium voor Ballistisch Onderzoek (LBO) van TNO-PML. De explosiecapaciteit is 25 kg TNT, de lengte van het schietkanaal tot 200 meter. Het oppervlak van de beproevingsruimte laat het plaatsen van grote opstellingen toe, die met een vorkheftruck kunnen worden aangevoerd.

zestig wordt ook raketmotoronderzoek ter hand genomen. De bij de onderzoeken verworven kennis wordt ook overgedragen door middel van cursussen aan munitietechnische officieren in opleiding.

In de jaren zeventig verschuift het karakter van het werk van chemisch naar overwegend fysisch. Bijvoorbeeld wordt bij het kruitonderzoek een nieuwe methode geïntroduceerd gebaseerd op een zeer gevoelige meting van warmteontwikkeling waarmee betere voorspellingen over de levensduur mogelijk worden. Geleidelijk gaat de uitwerking van de effecten van explosieve reacties een meer vooraanstaande plaats in het programma innemen. Aandacht wordt geschonken aan inwendige en eindballistiek alsmede 'blast' onderzoek met behulp van 'blast'-simulatoren en nieuwe ontwikkelingen voor de aanmaak van explosieve ladingen. Niet alleen de krijgsmacht heeft belang-



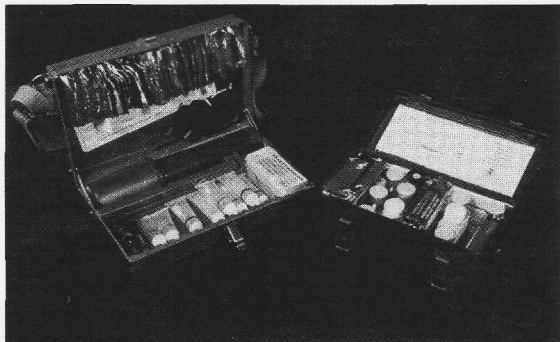
Transport en opstelling in de 'oude' ballistische bunker van TNO-PML van apparatuur voor bepaling van het verschervingsgedrag van munitie (situatie vóór 1989). De explosiecapaciteit bedroeg slechts 5 kg TNT terwijl de beproevingsruimte klein was en de toegang aan de krappe kant. De lengte van de schietunnel bedroeg slechts 10 meter.

lijik en overal verschijnen beeldschermen. Simulatie van wapendoelinteracties in combinatie met experimentele gegevens gegeneerd in o.a. de schietbunker maakt het mogelijk de effectiviteit van wapens en munitie en de kwetsbaarheid van doelen te bepalen. Over de jaren is zo de kwetsbaarheid van diverse vlieg-, vaar- en voertuigen bepaald voor een divers spectrum van dreigingen. Talloze adviezen zijn en worden gegeven bij aanschaf van nieuwe wapensystemen alsmede met betrekking tot kwetsbaarheidverlagende maatregelen voor eigen platforms. Veel aandacht wordt gegeven aan minder kwetsbare munitie evenals de verlenging van de levensduur van munitie en wapensystemen. In de tweede helft van de jaren tachtig worden de activiteiten uitgebreid met een geheel nieuwe technologie, namelijk die van Pulsed Power-fysica, vooral gericht op het elektromagnetisch lanceren van projectielen.

Deze werkzaamheden vinden sedert 1988 plaats in de divisies Munitietechnologie & Explosieveiligheid en Wapens en Wapenplatformen van het huidige TNO-PML. Bij het Chemisch Laboratorium wordt het programma in de periode tot 1960 vooral beheerst door het onderzoek aan organische fosforverbindingen, die immers als zeer toxische chemische strijdmiddelen uit de Tweede Wereldoorlog tevoorschijn waren gekomen. Het gaat om de synthese en de bepaling van de eigenschappen, daarin begrepen de fysiologische. Voor het laatste, alsmede voor de aspecten van profylaxe en therapie, is de samenwerking met het Medisch-Biologisch Laboratorium onontbeerlijk. Deze samenwerking is zeer intens en blijft bestaan ook nadat het MBL-TNO de Rijksverdedigings-

stelling voor het explosieonderzoek: in opdracht van de chemische proces- en offshore-industrie en overheidsinstanties wordt als 'spin-off' explosieveiligheidsonderzoek uitgevoerd.

In de tweede helft van de jaren zeventig worden de experimentele faciliteiten aangevuld met de ontwikkeling van rekenmodellen. Ballistische codes en stromingsmodellen dragen bij tot het verruimen van het inzicht in de complexe, met zeer hoge snelheid verlopende processen. De computer is hierbij onontbeer-



Links op de foto de door TNO-PML in de eerste helft van de jaren zestig ontwikkelde gasverkenner-uitrusting. Rechts de uit 1976 stammende wateronderzoekuitrusting voor chemische strijdmiddelen. Beide uitrustingsstukken behoren ook nu nog tot de bewapening.



De door TNO-PML ontwikkelde mobiele drinkwaterinstallatie (MDI) in vol bedrijf.

organisatie in 1978 verlaat, tot het jaar 1995 als door de incorporatie van de afdeling Farmacologie in het Prins Maurits Laboratorium genoemde aspecten in een programma worden ondergebracht. Voorts wordt diepgaand aandacht gegeven aan het verschijnsel

adsorptie, waarop de werking van de filterbus van het gasmasker berust, reacties bruikbaar voor ontzmetting, filtratie van aërosolen etc. Rond de jaren zestig wordt meer aandacht aan de ontwikkeling van beschermingsmiddelen gegeven.

Als eerste wordt een gasverkenner-uitrusting ontwikkeld en ingevoerd, die ook heden ten dage nog tot de NBC-uitrusting behoort.

Ook wordt een automatisch zenuwgasdetectie- en alarmeringsapparaat ontwikkeld, waarvan de industriële doorontwikkeling helaas eerst plaatsvindt wanneer de technische voorsprong die dit apparaat heeft inmiddels is achterhaald. Tot invoering ervan in de krijgsmacht komt het dan ook niet.

In de loop van de jaren worden nog een wateronderzoek-uitrusting, een zogenaamde gasdetectieknop, en een mobiele drinkwaterinstallatie ontwikkeld, geproduceerd en ingevoerd.

Omdat besloten is dat geen eigen ontwikkeling van een eigen gasmasker meer zal plaatsvinden, worden nieuwe maskers na onderzoek van in aanmerking komende kandida-

ten door TNO-PML in het buitenland aangeschaft. Dit geldt ook voor andere nieuwe uitrustingsstukken. Vooral op het gebied van beschermende kleding heeft TNO-PML een internationaal erkende expertise ontwikkeld. Op basis hiervan kan



Onderzoek bij TNO-PML aan NBC-beschermende uitrusting met een proefpersoon op een hometrainer.

o.a. de levensduur van aangeschafte NBC-kleding aanmerkelijk worden verlengd.

Omdat een goed werkend ontwapeningsverdrag de dreiging dat de Nederlandse krijgsmacht blootgesteld zal worden aan chemische aanvallen sterk zal kunnen verminderen, wordt vanaf begin jaren zeventig vanuit TNO-PML de Nederlandse delegatie bij de onderhandelingen over zo'n verdrag ondersteund. Het zal tot 1997 duren voordat dit verdrag in werking treedt. Bij de oplei-

ding van inspecteurs die de naleving van het verdrag moeten controleren wordt door TNO-PML een dominante positie ingenomen. Ook op andere wijze wordt de organisatie van het verdrag (OPCW), die in Den Haag gezeteld is, ondersteund.

Van het eind van de jaren zeventig dateert het risico-analytisch onderzoek waarin door computersimulatie chemische aanvallen worden geanalyseerd met het oog op de bepaling van realistische beschermingsniveaus. Dit voegt een meer kwantitatief aspect toe aan de dreigingsevaluatie die onverminderd doorgang vindt, zij het dat de aandacht geleidelijk wat meer verschuift naar toxinen en andere zogenaamde 'midspectrum agents'. Op het gebied van het medisch NBC-onderzoek verschaft toxicokinetisch onderzoek een verdieping in het inzicht van de werking van chemische strijdmiddelen, wat van belang is voor profylaxe en therapie. Het onderzoek over diagnose en dosimetrie heeft in de recente jaren tot belangrijke successen geleid.

Dit onderzoek vindt thans plaats binnen de divisie Toxische Stoffen van TNO Prins Maurits Laboratorium.

TNO Technische Menskunde

Dr. ir. A. van Meeteren

De geschiedenis van TNO-TM wordt gekenmerkt door voorzichtige groei van vraag en aanbod in onderlinge wisselwerking. 50 jaar geleden bestond technische menskunde als vak nog nauwelijks. Het is uit praktische vraagstelling ontstaan en van het begin af aan marktgericht van nature. Meer in het bijzonder is de militaire behoefte aan inzicht in menselijk functioneren wereldwijd doorslaggevend geweest.

Visuologie, Audiologie, Werkplekergonomie

Het begon met de zintuigen. Vragen van de krijgsmacht inzake het nachtelijk waarnemingsvermogen leidden in 1949 tot de vorming van de Werkgroep Waarneming binnen de toenmalige Rijksverdedigingsorganisatie TNO, met dr. M.A. Bouman als enige vaste medewerker. Parallel aan de ontwikkeling van helderheidsversterkers en warmtebeeldapparatuur is het nachtzien sindsdien op het programma blijven staan, naast een verzameling van andere visuele onderwerpen: dieptezien, kleurezien, verblinding, netvliesverbranding, beeldschermen, ogentests, beeldbewerkingsalgoritmen, helmet-mounted displays enzovoorts.

Boumans visuele werk viel zo in de smaak dat al spoedig uitbreiding naar het gehoororgaan werd overwogen. Problemen waren er genoeg: gehoorbeschadiging, gehoorbescherming, lawaaibestrijding en spraakverstaanbaarheid van radioverbindingen. In de loop der jaren werd de nadruk gelegd op het vaststellen van criteria voor toelaatbare geluidniveaus en het ontwikkelen van meetmethoden voor gehoorbescherming en spraakoverdracht. Daarnaast werd aandacht gegeven aan detectie van bijzondere geluiden (SONAR) en werden belangrijke bijdragen geleverd aan automatische spraakherkenning. Toepassingen van automatische spraakherkenning zijn nu aan de orde van de dag, naast richtinghoren en de ontwikkeling van driedimensionale auditieve signaal-aanbieding.

Van het één komt het ander. Bij de Werkgroep Waarneming kwam al spoedig een aantal vragen terecht, die achteraf gezien beschouwd kunnen worden als het begin van

de werkplekergonomie. Klachten over vermoeidheid van radarpersoneel werden herleid tot slechte verlichtingscondities. Verbetering daarvan leidde haast vanzelf ook tot adviezen over de inrichting van commandoposten en de vormgeving van bedieningspanelen. Dit is het begin geweest van een onop-houdelijke reeks van activiteiten op het gebied van de werkplek-ergonomie, geconcentreerd rond 'mock-up'-bouw op ware grootte, vooral voor schepen van de Koninklijke Marine. Werkplekergonomie is een onmisbare component van de technische menskunde gebleven en maakt ook nu met moderne hulpmiddelen, zoals Virtual Environments en antropometrische modellen, een belangrijk deel van het programma uit.

Het IZF

In 1956 verhiel de Rijksverdedigingsorganisatie TNO de Werkgroep Waarneming tot Instituut voor Zintuigfysiologie, overtuigd van 'het bestaansrecht en de bestaansnoodzaak van een dergelijk instituut ten behoeve van de Krijgsmacht'. Van een instituut was echter nog nauwelijks sprake. De Werkgroep Waarneming telde op dat moment nog slechts 5 academici op een totaal van 12 medewerkers, en woonde 'op kamers' bij het Nationaal Luchtvaart Geneeskundig Centrum in Soesterberg. Het 'IZF', zoals het bekend werd, moest in feite nog worden opgebouwd en zou al doende bestaansrecht en bestaansnoodzaak zelf mogen bevestigen.

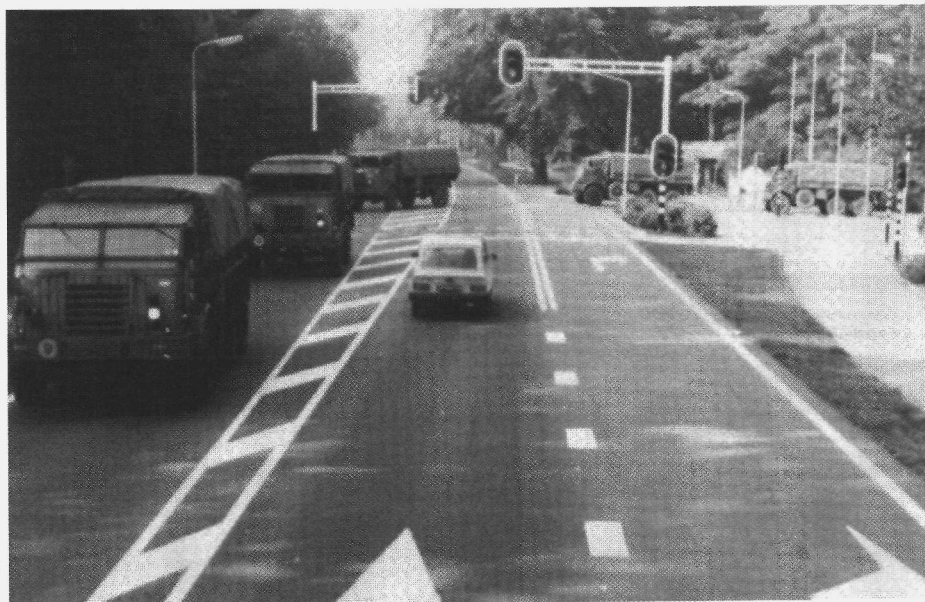
Psychologie, Neurofysiologie, Verkeersgedrag

Nog in 1956 trad de eerste psycholoog bij het nieuwe IZF in dienst. Achteraf gezien heel logisch, nu wij onderscheid maken tussen 'sensoren' enerzijds en 'dataprocessing' anderzijds, en ongeveer de helft van de medewerkers zich als experimenter psycholoog op enigerlei wijze bezighoudt met menselijke informatieverwerking, dat wil zeggen 'dataprocessing'. In het begin liep het echter geen grote vaart met de militaire opdrachten: de experimentele psychologie was een onbekende en dan weet je ook niet wat je eraan kunt hebben. Geleidelijk aan kwam er toch werk: de interpretatie van morsesignalen, de interpretatie van luchtfoto's, de opleiding van RASURA-operators, de perceptie van SONAR-signalen, het manoeuvreren

met grote schepen, de nauwkeurigheid van kansschattingen. Later stroomde het werk zo overvloedig toe, dat het gebied in vele deelgebieden, die hieronder aan de orde zullen komen, werd opgesplitst.

In de eerste helft van zijn bestaan heeft het IZF met steun van de Rijksverdedigingsorganisatie TNO en medegefinancierd door de Stichting Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek (ZWO, tegenwoordig NWO) flink geïnvesteerd in neurofysiologisch onderzoek. Directe toepassingen lagen weliswaar niet voor de hand, maar er werd grote waarde gehecht aan het harde fysische gehalte van elektrische signalen in vergelijking met de toch altijd subjectieve 'antwoorden' van proefpersonen. Toepasbaarheid op langere termijn was bovendien heel goed denkbaar: bij de ontwikkeling van neurale netwerken en in systemen voor automatische bewaking van de conditie van bijvoorbeeld gevechtsvliegers. De voornaamste inspanningen van het IZF betroffen het visuele systeem van macaque-apen (netvlies, corpus geniculatum en hersenschors), het gehoororgaan van katten en het menselijke elektro-encefalogram. In het begin van de jaren tachtig werden deze programma's afgebouwd en vervangen door verkennend onderzoek met perspectief op directe toepassing of toepassing binnen enkele jaren. Opmerkelijk is in dit verband het advies van de Audit Commissie die in 1996 de kennisportefeuille van TNO-TM heeft doorgelicht en adviseert aandacht te schenken aan doorbraken in de cognitieve neurowetenschappen.

Het eerste deelgebied dat van de experimentele psychologie werd afgesplitst, was het onderzoek inzake verkeersgedrag. Militair begonnen met een onderzoek naar de mentale belasting van chauffeurs bij colonne-rijden over grote afstanden (La Courtine), heeft dit gebied zich praktisch geheel als civiele portefeuille ontwikkeld met Rijkswaterstaat en de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid als voornaamste opdrachtgevers. Het IZF heeft zeer belangrijke bijdragen geleverd aan de aankleding van het Nederlandse wegennet en de diverse 'kunstwerken' daarin en speelt op het ogenblik een belangrijke rol bij het onderzoek naar de wijze waarop



verkeersdeelnemers zullen reageren op moderne informatievoorziening met inbegrip van de eventuele automatische snelweg.

Een eigen huis

De ontwikkeling van het IZF als een echt Instituut werd in 1968 bezegeld met een eigen huis. De kamers bij het Nationaal Luchtvaart Geneeskundig Centrum waren al eerder aangevuld met een barak op het huidige terrein, die niet aan redelijke eisen voldeed, onvoldoende ruimte bood aan de toenemende populatie en niet voorzag in geschikte experimentele faciliteiten. Het nieuwe gebouw werd met de akoestisch dode kamer, de optische meettunnel, uitstekende werkplaatsen voor instrumentmakerij, 'mock-up'-bouw en elektronica, en een aparte kantine/vergaderzaal met moderne audiovisuele voorzieningen met groot plezier in gebruik genomen.

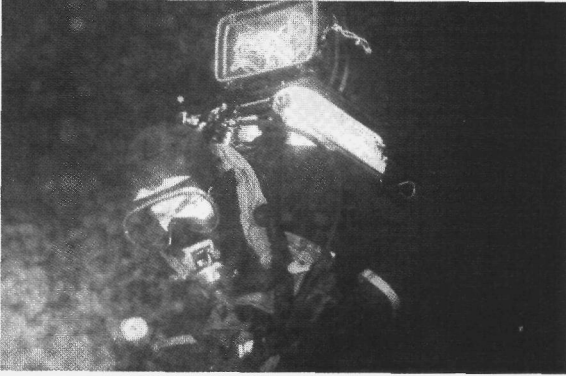
Het IZF telde in 1968 19 academici op een totaal van 58 medewerkers plus 4 ROAG's. Er werden 5 researchafdelingen onderscheiden. Er was een personeelsoverlegorgaan en er werd 'tijd geschreven' sinds 1966. Het civiele onderzoek

maakte 22% uit van het totaal. Het defensieonderzoek werd in zijn geheel lump-sum gefinancierd zonder onderscheid te maken tussen opdrachten en verkennend onderzoek. Er waren 34 defensieopdrachten in bewerking.

Thermofysiologie, Informatieverwerking, Mentale Belasting

Beschermende kleding houdt niet alleen schadelijke stoffen buiten, maar ook warmte en zweet binnen. Hoe is het gesteld met de warmte- en vochtbalans van soldaten die hard moeten werken in een NBC-pak? Hoe lang houden ze dat vol? Dit soort vragen werd in het begin van de jaren zeventig aan de orde gesteld door de Koninklijke Landmacht, mede als interservice-beheerder van persoonlijke uitrusting. Hierop richt zich het thermofysiologisch onderzoek bij TNO-TM, sinds 1974 uitgebreid naar nagenoeg alle uitrustingsstukken, zoals slaapzakken, tenten, laarzen, handschoenen, en met inbegrip van de ergonomische aspecten van beweeglijkheid en de mogelijkheid om apparatuur te hanteren. Een nieuw en boeiend toepassingsgebied is heden ten dage de zogenaamde 'Soldier Modernization', waarbij de enkelvoudige soldaat met zijn uitrusting integraal als systeem wordt benaderd.

In het kielzog van de ontwikkeling van informatietechnologie en voortschrijdende automatisering nam de belangstelling voor menselijke informatieverwerking in de jaren zeventig en tachtig snel toe. In de eerste plaats is er de problematiek van de mens-machine-interactie: hoe moet men de informatieuitwisseling tussen apparatuur en operator gestalte geven om een optimaal resultaat te bereiken? Deze vraag is in een grote reeks opdrachten met betrekking tot talrijke situaties aan de orde geweest en gebleven. Dan is er bij de vormgeving van taken en procedures steeds de vraag naar de menselijke cognitieve vermogens. Hoe denken mensen, hoe groot is hun geheugen, hoe beoordelen zij waarschijnlijkheden en onzekerheden? Wat doen zij in geval van tijdgebrek? Afgezien van dergelijke deelprocessen is er steeds de vraag hoe een complex systeem als combinatie van deelautomaten en operators uiteindelijk zal functioneren. Deze systeemergonomische vraag is geleidelijk



aan meer en meer opgelost door prototyping en simulatie. Met name simulatie heeft bij het IZF als experimentele techniek een grote vlucht genomen, zowel bij de studie van stuurprocessen als bij het onderzoek naar besluitvormingsprocessen in Command & Control. In deze

benadering is nauwe samenwerking met de opdrachtgever cruciaal en dan is daar nog veel goeds van te verwachten.

Afgezien van de vraag hoe goed operators een taak kunnen volbrengen is er nog de kwestie van de mentale belasting: de vraag hoeveel inspanning het kost en hoe lang men het vol kan houden. Zijn er individuele verschillen en kan men daarop selecteren? Het IZF heeft zich toegelegd op de ontwikkeling van diverse meetmethoden om zo objectief mogelijk vast te stellen in hoeverre diverse taken belastend zijn. Aanvankelijk is de aandacht vooral uitgegaan naar duikers en gevechtsvliegers als voorbeeld van zware beroepen. Later is het meten van mentale belasting steeds meer een onderdeel van de systeemergonomie geworden.

10 jaar geleden

Het eigen huis werd al snel en volgens plan aangevuld met een mede voor het verkeersonderzoek bestemde garage en een grote maquettehal voor huisvesting van grote 'mock-ups' en simulatielandschappen, maar bleek 8 jaar na ingebruikstelling toch te klein te zijn. Tot tweemaal toe werd het huisvestingsprobleem opgelost met slurven van prefab-eenheden voordat in 1988 een nieuwe vleugel aan het hoofdgebouw werd toegevoegd. Naast voldoende aan de eisen des tijds aangepaste huisvesting bood de nieuwe vleugel een aantal nieuwe onderzoekfaciliteiten: klimaatkamers voor het thermofysiologisch onderzoek, een aantal ruimten met flink vloeroppervlak voor bijzondere experimentele opstellingen, een proefpersonenverblijf en een grote nieuwe kantine/vergaderzaal geschikt voor 150 bezoekers.

Dat is 10 jaar geleden en het is goed de balans nog eens op te maken. Het IZF telde in 1988 42 academici op een totaal van 115 medewerkers plus 5 ROAG's. Er werden 7 researchafdelingen onderscheiden. Er was een Ondernemingsraad en er werd juist in dat jaar een Instituut Advies Raad ingesteld. Het civiele onderzoek maakte 24% uit van het geheel. Het defensieonderzoek werd in zijn geheel lump-sum gefinancierd en bestond voor 40% uit verkennend onderzoek. Er waren 84 defensieopdrachten in bewerking, die projectmatig gepland en uitgewerkt werden. Medewerkers van het IZF participeerden in 12 Research Study Groups van de NATO, deels onder de paraplu van DRG Panel 8 'on Defence Applications of Human and Biomedical Sciences', opgericht in 1974 mede op initiatief van dr. P.L. Walraven, de toenmalige directeur van het IZF. In dat verband werd in het bijzonder bilateraal samengewerkt met het Duitse Forschungsinstitut für Anthropotechnik. Het IZF telde 5 hoogleraren onder zijn medewerkers. Sinds enkele jaren werd het beleid gericht op actieve participatie in technologische ontwikkelingen, op samenwerking met de industrie, en deelname aan Europese onderzoeksprogramma's. Kortom: het netwerken was begonnen.

Evenwicht & Oriëntatie, Training & Opleiding, Groepsfunctioneren

Ook in het laatste decennium zijn nieuwe onderzoekgebieden naar aanleiding van behoeftestellingen door de krijgsmacht ter hand genomen. Reeds in 1983 werd een begin gemaakt met vestibulair onderzoek om tot beter begrip en betere bestrijding van desoriëntatie en bewegingsziekte te komen en in 1989 werd daarvoor een aparte projectgroep gevormd. Aanvankelijk was ook de KL geïnteresseerd in desoriëntatie na transport in gesloten voertuigen, maar de grootste opdrachtgevers zijn de KM (zeeziekte) en de KLu (desoriëntatie van gevechtsvliegers). In Europees verband werd ook onderzocht hoe snel ruimtevaarders na terugkeer op aarde zich weer kunnen aanpassen aan de zwaartekracht. Het onderzoek resulteerde tot dusverre in een beter begrip van het vestibulaire systeem en een computermodel waarmee de reactie op verschillende soorten bewegingen kan worden voorspeld. Een



nieuw toepassingsgebied is de ontwikkeling van simulatoren voor rij-, vaar- en vliegtuigbewegingen, die nagebootst moeten worden zonder dat het 'toestel' de kamer verlaat.

Ook training en opleiding kreeg al eerder aandacht, maar kwam pas volop tot ontwikkeling na de vorming van een aparte projectgroep in 1990. Daarvóór was incidenteel onderzoek gedaan naar retentie (hoe lang wordt het geleerde na de opleiding vastgehouden) en leeroverdracht (wordt het geleerde ook werkelijk in de praktijk toegepast). De introductie van simulatoren voor trainingsdoeleinden en van computerondersteund onderwijs vroeg echter een algemene herbezinning op de betreffende leerprocessen en resulteerde in een grote stroom opdrachten. Kernpunten bij simulatoren zijn validiteit en leeroverdracht in onderlinge samenhang. Goed gedefinieerde leerdoelen behoren het uitgangspunt te zijn bij de ontwikkeling van simulatoren. Bij herhaling werd aangetoond dat bezinning vooraf zeer kostenbesparend kan zijn. Maar ook los van moderne hulpmiddelen blijkt inzicht in leerprocessen te leiden tot aanzienlijke verbetering van opleidingsresultaten.

Tot voor kort heeft TNO-TM (= TNO Technische Menskunde, de nieuwe naam van het IZF sinds 1994) zich exclusief gericht op het functioneren van individuele mensen. Dat kon wel in werkverband met anderen zijn, maar interacties werden toch overwegend buiten beschouwing gelaten. Groepsfunctioneren met inbegrip van opzettelijke interacties en de daaruit voortvloeiende meerwaarde komt nu echter duidelijk aan de orde om een aantal redenen. Eén daarvan is de toenemende belangstelling voor besluitvormingsprocessen en de distributie daarvan. Verder zijn er positieve en negatieve sociale interacties die het werken in groepsverband kunnen faciliteren of verzwaren. TNO-TM heeft reeds eerder een bescheiden begin gemaakt met verkennende studies op dit gebied en wil daar in de nabije toekomst meer werk van gaan maken.

Wat nu?

Het is goed om de balans nog eenmaal op te maken aan het einde van dit ontwikkelingsoverzicht. TNO-TM telde in 1996 63 academici op 125 medewerkers en er zijn geen ROAG's meer. De structuur werd begin 1992 vereenvoudigd tot 4 researchafdelingen met ieder 3 of 4 programma-onderdelen. Het civiele onderzoek maakte in 1996 30% uit van het geheel. Het defensieonderzoek bestond voor 24% uit verkennend onderzoek. Er waren 134 defensieopdrachten in bewerking.

Tussen deze balans en die van 10 jaar geleden tekenen zich opmerkelijke verschillen af, die de toenemende verzakelijking goed illustreren. Het totale aantal medewerkers steeg van 115 naar 125. Het aantal academici steeg echter van 42 naar 63. In deze ontwikkeling weerspiegelden zich 2 effecten: aanzienlijke besparingen op de bezetting van dienstverlenende groepen en bij de researchafdelingen zelf meer directe advisering door experts en minder technische ondersteuning als gevolg van minder experimenteel onderzoek.

Laat men het wegvallen van 5 ROAG's buiten beschouwing, dan is de omvang van het defensieonderzoek met 87 medewerkers in 1988 en 87 medewerkers in 1996 gelijk gebleven, met dien verstande dat het percentage academici daarbinnen is toegenomen. Daarbij is een aanzienlijke verschuiving opgetreden in de tijdbesteding van verkennend onderzoek naar defensieopdrachten. Voor het wegvallen van ROAG's en voor deze inbreuk op het verkennend onderzoek wordt compensatie gezocht in het creëren van een tiental AIO-plaatsen, die tevens de samenwerking met de universitaire wereld accentueren.

Effectieve defensie is een kwestie van vooruitzien.



Om straks een goede
opvolger te kiezen is nu al
gedegen studie nodig.

Gaat het om onze defensie, dan is toekomstgericht en conceptueel denken van wezenlijk belang. Omtrent de keuze van een opvolger voor de F16, bijvoorbeeld. Want hoewel de jager in het kader van de Mid-Life Update (MLU) nog tot in de volgende eeuw operationeel zal blijven, moeten de eisen waaraan die opvolger moet voldoen nu al in kaart worden gebracht. Dan is het goed dat TNO Defensieonderzoek kennis en kunde in huis heeft om de Koninklijke Luchtmacht terzijde te staan.

Met alle ervaring die de specialisten van TNO in de loop der jaren op dit gebied hebben opgebouwd. Met gedegen scenario-analyses en systeemevaluaties. En met het sterke vermogen om snel over te schakelen van conceptueel denken naar praktisch handelen. De nauwe samenwerking tussen de Koninklijke Luchtmacht en TNO Defensieonderzoek heeft dan ook de verlaging van projectrisico's en een grotere kans op succesvolle projectrealisatie als resultaat. Een prettige gedachte, als het om zulke grote beslissingen gaat.



De kracht van kennis.

Overig Defensie Onderzoek

Drs. I. de Vries

Bij de oprichting van de RVO-TNO werd het beleid geformuleerd om een deel van het onderzoek in het belang van Defensie aan andere TNO-instituten dan van de RVO op te dragen.

Een historisch overzicht van de organisatie, de vormen van samenwerking en omschrijving van de werkzaamheden gedurende de periode 1947-1987 wordt beschreven in de jubileumuitgave 'Van RVO tot HDO, 40 jaar Defensieonderzoek TNO'.

Na de oprichting van de Hoofdgroep Defensieonderzoek TNO in 1980 is nader gestalte gegeven aan de organisatie van het zgn. Elders Verricht Onderzoek (EVO), dat wil zeggen het onderzoek voor Defensie dat door tussenkomst van de HDO-TNO werd uitgevoerd bij de andere TNO-instituten en het Marin.

De doelstelling hierbij was om de planning en realisatie van de onderzoekprogramma's en de daarbij behorende documenten zoveel mogelijk te doen aansluiten bij die van de drie HDO-instituten teneinde Defensie inzicht te verschaffen in de totale omvang van de militaire opdrachtenportefeuille en de geldstromen.

De meest recente wijziging van de TNO-organisatiestructuur in 1994 waarbij de Hoofdgroepen werden opgeheven had geen gevolgen voor het EVO mede omdat TNO Defensieonderzoek (TNO-DO) als herkenbare eenheid bleef bestaan. Wel is in 1996, mede in het kader van de interne reorganisatie van TNO Defensieonderzoek, een naamsverandering geïntroduceerd. De gevestigde maar toch verwarring veroorzakende naam Elders Verricht Onderzoek is vervangen door Overig Defensie Onderzoek (ODO).

Het onderzoekprogramma van het ODO omvat een aantal onderzoekgebieden waarvoor structureel behoefte bestaat vanuit Defensie en waarvoor de expertise aanwezig is bij de verschillende TNO-instituten en het Marin. De aard van het onderzoek loopt uiteen van strategisch toepassingsgericht, respectievelijk toepassing en ontwikkeling met gebruikmaking van doelfinanciering, tot advisering en bedrijfsbijstand

met additionele financiering. De laatste 3 jaren bedroeg de totale omzet Mf12 per jaar.

Een belangrijke rol bij de programmering van de onderzoekgebieden wordt vervuld door de programmacommissies (voorheen de contactcommissies) voor de verschillende onderzoekgebieden, waarin zitting hebben de behoefte-stellers en experts van Defensie, vertegenwoordigers van de betreffende instituten en indien van toepassing experts van TNO-DO-instituten met betrekking tot aangrenzende onderzoekgebieden. Het voorzitterschap en secretariaat worden verzorgd door de staf van TNO-DO, waar tevens het projectbureau voor het ODO is ondergebracht.

Onderstaand wordt een beknopte omschrijving gegeven van de nu en in de naaste toekomst geplande activiteiten binnen de verschillende onderzoekgebieden, met uitzondering van het hydrodynamisch onderzoek bij het Marin, dat geen deel uitmaakt van TNO.

Medisch onderzoek

Bij TNO Preventie en Gezondheid wordt de expertise op het gebied van microbiële infecties aangewend voor onderzoek ter bescherming tegen biologische strijdmiddelen. In ontwikkeling zijn detectiekits voor gebruik in het veld, die zijn gebaseerd op snelle herkenning van biologische strijdmiddelen met behulp van specifieke antilichamen. Hierbij wordt samen-gewerkt met andere NATO-partners.

Dergelijke detectie- en identificatiemethoden zijn ook toepasbaar voor het snel onderkennen van 'normale' infecties bij 'Peace Keeping Missions'.

In NATO-verband wordt tevens een bijdrage geleverd aan de samenstelling van een handboek voor 'Sampling and Identification of Biological Agents'.

Binnen het thema 'profylaxe' wordt onderzoek verricht naar een nieuw vaccin tegen anthrax (miltvuur). De bestaande vaccins vertonen bijwerkingen, de toediening moet vaak herhaald worden en de bescherming tegen inhalatie is niet optimaal. Een ander project betreft het opstellen van protocol-len voor passieve immunisatie met antistoffragmenten, dat kan worden toegepast voor een veel voorkomende vorm van diarree

die kan optreden wanneer krijgsmachtdelen gedurende langere tijd verblijven in gebieden waar specifieke bacteriën endemisch zijn. Verder worden technieken ontwikkeld om brandwondflora snel te identificeren om complicaties door infecties te ondervangen. Tenslotte wordt onderzoek verricht naar het therapeutisch gebruik van immunisatie na microbiële expositie.

Mechanisch constructief onderzoek

De expertise op dit gebied is gelokaliseerd bij het Centrum voor Mechanische Constructies (CMC), dat een onderdeel vormt van TNO Bouw. Van oudsher wordt onderzoek verricht naar de bestendigheid van marineschepen tegen schokken door onderwaterexplosies. Verschillende vormen van cavitatie ten gevolge van schokgolven en de transmissie van schokgolven door de scheepsconstructie worden bestudeerd met gebruikmaking van geavanceerde computermodellen en naar verwachting in de naaste toekomst experimentele verificaties. De kennis en kunde worden onder meer toegepast bij het Luchtverdedigings- en Commando Fregat (LCF) en het Trojka-mijnveegproject. In internationaal verband wordt een belangrijke bijdrage geleverd aan onderzoek naar de schokbestendigheid van vezelversterkte kunststof (composiet) sloopconstructies. In 1993 is gestart met een EUCLID-project (CEPA 3 Composites, RTP 3.8 Naval applications). Begin 1995 is in samenwerking met de USA het project DYCOSS (Dynamic behaviour of Composite Ship Structures) van start gegaan. Voor de Koninklijke Marine wordt tevens onderzoek uitgevoerd voor ontwikkeling van rekenmethodieken ter vaststelling van schade aan schepen veroorzaakt door botsingen met obstakels en probabilistisch reststerkteonderzoek aan oppervlakteschepen.

In samenwerking met de Koninklijke Landmacht is een installatie ontwikkeld voor het testen van de rem- en vooruitbrenginrichting van kanonnen en houwitseren, de Dynamische Test Installatie (DTI). Dure en omslachtige schietproeven zijn hierdoor overbodig geworden. Reeds vele jaren wordt de bestaande expertise ten aanzien van spanningen en trillingen van constructies en constructiedelen toegepast ten behoeve van de afdeling beproevingen van de DMKL.

Deze expertise wordt ook aangewend voor complete werktuigkundige installaties en met name voor toekomstige geïntegreerde aandrijfinstallaties aan boord van schepen. Ten slotte dient de ontwikkeling van het computerprogramma GES voor het simuleren van Geïntegreerde Energie Systemen genoemd te worden, waarmee voorspellende berekeningen voor toekomstige combinaties van energiesystemen kunnen worden uitgevoerd.

Materialenonderzoek

De expertise op dit gebied is ondergebracht bij de verschillende divisies van TNO Industrie.

Binnen de divisies Materiaaltechnologie en Productonderzoek wordt onderzoek voor Defensie uitgevoerd op het gebied van coatings en kunststoffen.

Naast onderzoek dat aansluit op civiele toepassingen zoals milieuvriendelijke verven en de ontwikkeling van testmethoden en het opstellen van specificaties, wordt specifiek militairgericht onderzoek verricht ter ontwikkeling van coatings met camouflage-eigenschappen.

Het onderzoek naar milieuvriendelijke coatings richt zich op de toepassing van chroomvrije washprimers en systemen met lage oplosmidelemissies. Vermeldenswaard is de deelname mede namens Defensie aan een BRITE-project ter ontwikkeling van een milieuvriendelijke aangroeiwerende coating.

Het onderzoek naar camouflagecoatings is de laatste jaren gericht op de ontwikkeling en applicatie van tijdelijke camouflagecoatings en coatings met radarabsorberende eigenschappen. In het laatste geval wordt samengewerkt met TNO-FEL. In 1996 is gestart met een veelbelovende ontwikkeling van een elektrochemische sensor voor het bewaken van de kwaliteit van coatings in situ.

Op het gebied van kunststoffen is in 1996 gestart met een onderzoek naar de elektromagnetische afscherming van kunststofbehuizingen van elektronische apparatuur. Tevens wordt een bijdrage geleverd aan het eerder genoemde EUCLID RTP 3.8.

In de divisie Productietechnologie is het onderzoek ondergebracht dat wordt uitgevoerd voor de Koninklijke

Marine met betrekking tot de beheersing en verbetering van de kwaliteit en instandhouding van metaaloppervlakken. Het omvat de onderwerpen veiligheid, betrouwbaarheid, (rest)levensduur, inspectie, onderhoud en reparatie. De hoge eisen aan constructiedelen en constructiematerialen in verband met de zware bedrijfsomstandigheden maken specifiek op de marinetechnologie gericht onderzoek noodzakelijk.

In 1997 is gestart met een vermoeiings- en breuktaaiheidsonderzoek voor het LCF. Het metaalonderzoek zal zich naar verwachting verder richten op de toepassing van lichtere metaalsoorten.

Het onderzoek voor de Koninklijke Landmacht is de laatste jaren gericht op de ontwikkeling van inspectie- en reparatieprocedures die enerzijds de onderhoudskosten van pantserrupsvoertuigen verlagen en anderzijds de beschikbaarheid van de voertuigen verhogen.

In de divisie Productontwikkeling is recentelijk onderzoek verricht voor de Koninklijke Landmacht naar de mogelijkheden van kostenreductie en vereenvoudiging van een Advanced Trauma Training System en naar de technische haalbaarheid van een infuusarm en spraakherkenning. Het betrof vooronderzoek ten behoeve van een mogelijke opdracht voor het ontwikkelen van een compleet ATTS-systeem in het kader van de opleiding van militair geneeskundig personeel.

Ten slotte kan vermeld worden dat traditioneel bij TNO Industrie diverse keuringen en materiaaltesten worden uitgevoerd voor de krijgsmacht delen.

Voedingsonderzoek

De onderzoekactiviteiten bij TNO Voeding zijn onderverdeeld in 'voedingsmiddelenonderzoek' en 'voeding en voedingstoestand van krijgsmacht personeel' in relatie tot de gezondheid en prestaties.

Het voedingsmiddelenonderzoek is toegespitst op de kwaliteitsborging van de voedingsverstrekking door de restauratieve diensten en bij de voedingsverstrekking te velde; de introductie van *alternatieve militaire rantsoenen* in verband met de gewijzigde taken en inzetbaarheid in 'nieuwe' operatiegebieden en verrijking van rantsoenschalen met vitamines

en/of andere micronutriënten dan wel de verstrekking van supplementen.

Het onderzoek met betrekking tot de voedingstoestand van het krijgsmachtpersoneel richt zich op het in kaart brengen van de fitheid, gezondheid en voedingsstatus, mogelijk gevolgd door de invoering van een landelijk voedingsinterventieprogramma.

Optisch onderzoek

Het optisch onderzoek bij TNO Technisch Fysische Dienst TU Delft (TNO-TPD-TU Delft) voor Defensie concentreert zich op de ontwikkeling van sensoren, instrumenten en waarnemingssystemen.

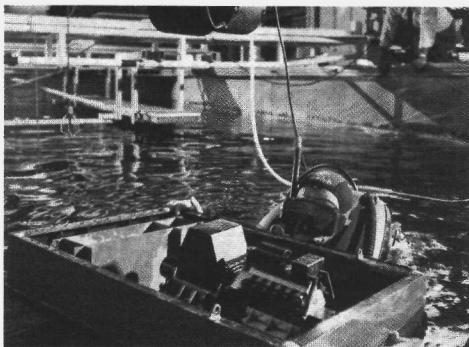
Voor de Koninklijke Marine wordt een glasvezelhydrofoonsysteem ontwikkeld met de nadruk op de sensor zelf, waarbij wordt samengewerkt met de Amerikaanse marine. Een proefneming met de hydrofoon op zee in samenwerking met de Engelse marine is in voorbereiding.

In opdracht van de Koninklijke Landmacht worden diverse werkzaamheden uitgevoerd ter ondersteuning van TNO-PML en TNO-TM. Voorbeelden zijn de ontwikkeling van een opvallendheidsmeter, een optisch meetsysteem voor de bepaling van de oriëntatie van projectielen bij inslag, en een fiber-optisch meetsysteem ten behoeve van kwantitatieve metingen aan schokgolven.

In EUCLID-verband (RTP 3.1) is een bijdrage geleverd aan onderzoek naar de toepassing van optische technieken voor de inspectie van inslag schade bij composietmaterialen van vliegtuigen.

Akoestisch onderzoek

Reeds vele jaren wordt door TNO-TPD-TU Delft scheepsakoestisch onderzoek verricht voor de Koninklijke Marine. In 1996 werd een omvangrijk onderzoekprogramma afgerond met betrekking tot fundatiekarakterisering, waarbij aan de hand van theoretische modellen de constructiegeluidoverdracht van machines en werktuigen naar de scheepsconstructie wordt beschreven. Het onderzoek naar de modellering van geluidafstraling van huidconstructies naar onderwater .



Experimenteel onderzoek naar de geluidafstraling van werktuigen aan boord van schepen naar onderwater bij TNO-TPD-TU Delft met behulp van een schaalmodel van machinekamer met motor en fundatie.

wordt thans uitgevoerd en resulteert in ontwerp- en prognosemethoden ten behoeve van de vermindering van de geluidopwekking en -overdracht naar onderwater. Hiernaast wordt onderzoek verricht met betrekking tot de echo-doelsterkte (Target Strength = TS) waarin de onderwerpen TS-modellering en TS-reductie aan de orde komen.

Diverse advieswerkzaamheden worden uitgevoerd in het kader van nieuwbouwprojecten van de Koninklijke Marine.

In opdracht van de Directie Gebouwen Werken & Terreinen (DGW&T) wordt een omvangrijk onderzoek-programma uitgevoerd met betrekking tot o.a. de zonering van militaire oefenterreinen en schietinrichtingen. Tevens worden advieswerkzaamheden uitgevoerd in het kader van de hinderwet en Milieu Effect Rapportages (MER).

Ten behoeve van de Koninklijke Luchtmacht worden onderzoek- en advieswerkzaamheden uitgevoerd o.a. in het kader van de zonering en sanering van vliegbases.

Batterijen/Brandstofcellenonderzoek

Bij TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie (TNO-MEP) wordt in opdracht van de Koninklijke Marine onderzoek verricht naar de toepassingsmogelijkheden van batterij- en brandstofcellensystemen aan boord van schepen. Aanvankelijk lag het accent van de werkzaamheden op de toepassing bij onderzoekboten doch dit verschuift steeds meer in de richting van de toepassing bij oppervlakteschepen ('all electric ships concept'). Thans vindt onderzoek plaats naar de toepassingsmogelijkheden van een polymere brandstofcel op oppervlakteschepen, en van geavanceerde oplaadbare batterijen voor hybride-aandrijving (combinatie van bijv. gasturbine/generator of verbrandingsmotor/generator enerzijds en een opslagsysteem voor elektrische energie anderzijds).

In samenwerking met TNO-PML wordt onderzoek verricht naar toepassingsmogelijkheden van een bipolaire snel ontladbare batterij o.a. voor wapensystemen en mogelijk toekomstige hybridevoertuigaandrijving.

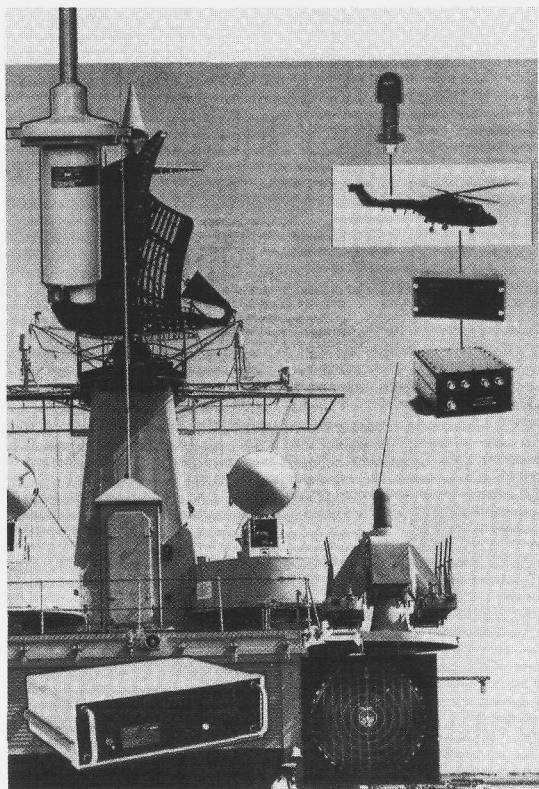
Het VESTA-transpondersysteem

Ing. J.C.P. Bol, T.A. Knoester

VESTA, in de mythologie de naam van het goddelijk symbool van de huiselijke haard, is tevens de naam van een transponder die vanaf 1964 is ontwikkeld door TNO-DO en anno 1997 nog steeds door SIGNAAL Special Products wordt geproduceerd en bij een groot aantal marines van verschillende landen over de wereld in gebruik is. Een transponder is een systeem dat ervoor zorgt dat kleine objecten, zoals een helikopter, zichtbaar worden gemaakt op de radarbeeldschermen. Door het beperkte radarreflecterend vermogen van kleine objecten zullen deze normaliter nauwelijks zichtbaar zijn op een radarbeeldscherm. Een transponder detecteert de aanstraling van het object door een radarsysteem en zendt als reactie hierop een pulsformig signaal terug op een andere frequentie. Bij het radarsysteem wordt deze puls ontvangen, verwerkt en als een marker toegevoegd aan het radarvideosignaal.

De ontwikkeling van VESTA, een transpondersysteem dat hoofdzakelijk in gebruik is bij militaire helikopters, is begonnen in 1964 toen dhr. A.G. de Bruin, indertijd werkzaam bij de RVO-TNO (Rijksverdedigingsorganisatie TNO) een experimentele transponder ontwikkelde voor gebruik in zweefvliegtuigen. Zweefvliegtuigen waren in die tijd hoofdzakelijk gemaakt van hout en daardoor op het radarscherm slecht zichtbaar. Het kwam regelmatig voor dat dergelijke zweefvliegtuigen te dicht in de buurt kwamen van civiele en militaire vliegvelden omdat ze niet tijdig op de radarschermen werden gesignaleerd.

De goede resultaten met de radartransponder waren bij de Koninklijke Marine niet onopgemerkt gebleven. Op haar verzoek werd de radartransponder uitgeleend aan Hr.Ms. Snellius, die in 1964 metingen van de diepte van de zeebodem moest verrichten in het kader van het zgn. NAVADO-project. Hiertoe moest vanuit een sloep op vrij grote afstand (ca. 10 zeemijlen) een dieptebom overboord worden gezet. De sloep zou op de gewenste afstand van het schip niet zichtbaar zijn op de radar. Er werd op basis van de eerdere zweefvliegproeven een waterdichte transponder voor sloepgebruik ontwikkeld.



Dit systeem voldeed naar ieders tevredenheid, maar pas bij problemen met de zichtbaarheid van de WASP-helikopter op het radarscherm aan boord van de Van Speyk-fregatten werd het ontwerp weer boven tafel gehaald. De keuze was toen voor de KM een Standaardtransponder (zwaar en veel vermogensconsumptie) of de door TNO te ontwikkelen 'Snellius'-transponder in een lichte en energiezuinige helikopter-uitvoering. Indien voor de TNO-transponder werd gekozen kon tevens een verwarmingssysteem voor de vliegers worden ingebouwd. De keuze viel op de TNO-versie en zo was in 1969 het eerste Van Speyk-fregat met een VESTA-transponder operationeel.

Het VESTA-systeem bestond uit een helikopterdeel en een scheepsdeel.

Aan boord van de helikopter werden ontvangstantennes geplaatst voor het ontvangen van de radarsignalen, een transponder voor het detecteren van deze signalen en het opwekken van een puls in het VHF-frequentiegebied, een zendantenne en een bedieningseenheid. De vlieger had de mogelijkheid om de gevoeligheid van de transponder in te stellen.

Het scheepsdeel bestond uit 2 ontvangstantennes voor het ontvangen van de door de transponders uitgezonden signalen. Deze ontvangstantennes waren aan beide zijden van het schip geplaatst om een zo optimaal mogelijke ontvangst te kunnen garanderen.

De VESTA-ontvanger was in de commandocentrale geplaatst en de interface met de radarsystemen werd bij de radarinstallaties geïnstalleerd. Op de radarschermen konden de

echo's van meerdere transponders worden weergegeven door middel van een synthetische presentatie.

Bij de introductie van de LYNX-helikopter is het transpondersysteem geheel gemoderniseerd en voorzien van een codemogelijkheid waardoor maximaal 5 helikopters van elkaar onderscheiden konden worden.

De productie van een tweede serie VESTA-systemen vond eveneens plaats bij TNO-FEL in Den Haag. Door de hoge kwaliteitseisen die door de opdrachtgever werden gesteld aan de te leveren apparatuur moesten er speciale eisen worden gesteld aan productiefaciliteiten en meetapparatuur.

Het VESTA-systeem werd een groot succes binnen de Koninklijke Marine en in de loop der jaren zijn alle helikopters voorzien van een VESTA-transponder. Ook aan boord van de fregatten behoorde een VESTA-ontvanger tot de standaarduitrusting.

Inmiddels had ook de Duitse marine interesse gekregen in het VESTA-systeem. De VESTA-systemen voor de Duitse marine zijn indertijd door TNO in Den Haag gemaakt en via Hollandse Signaalapparaten geleverd aan de Duitsers voor integratie in hun F122-fregatten.

Op 3 juni 1979 kreeg Signaal de exclusieve rechten op het VESTA-systeem en tot op heden levert Signaal nog steeds VESTA-systemen aan tientallen marines over de hele wereld.

PHARUS

Een polarimetrische C-band SAR (Synthetische Apertuur Radar)

Ir. G. J. Rijckenberg



De inzet van radarsystemen maakt waarneming mogelijk onder alle weersomstandigheden, bij mist en door wolken, zowel overdag als 's nachts. Met het PHARUS-radarsysteem, wat staat voor Phased Array Universal SAR, worden opnames van het aardoppervlak gemaakt vanaf een vliegtuig voor onderzoek naar civiele en militaire toepassingen. Een SAR (Synthetische Apertuur Radar) laat zich onderscheiden door een hoog oplossend vermogen. Dit oplossend vermogen wordt bereikt door gebruik te maken van het feit dat de voorwaartse beweging van het vliegtuig een Dopplerverschuiving in het radarsignaal veroorzaakt. Doppler-verschillen kunnen worden herleid tot verschillen in de richting waaruit echo's afkomstig zijn.

Een uniek aspect van PHARUS is dat de radarantenne is opgebouwd uit elementen welke ieder een eigen zender en ontvanger hebben. Hierdoor is het mogelijk om de kijkrichting van de radar elektronisch te sturen, wat veel sneller gaat dan mechanisch. Ongewenste bewegingen van het vliegtuig (bijvoorbeeld door turbulentie) worden zo gecompenseerd. Daarnaast meet PHARUS bij verschillende polarisaties, waardoor meer informatie beschikbaar komt. Deze laatste eigenschap van het systeem biedt ook de gelegenheid om een 'false color'-beeld te genereren; zoals de kleurenillustratie laat zien.

PHARUS is ontwikkeld binnen een samenwerkingsverband van TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium (TNO-FEL), het Nationaal Lucht en Ruimtevaart laboratorium (NLR) en de Technische Universiteit Delft (TUD). De ontwikkeling is mogelijk gemaakt door bijdragen van het Nationale Remote Sensing Programma, het ministerie van



Kleurencompositie van PHARUS-opname van het voormalig militair vliegveld Ypenburg, op 29 mei 1997. De opname is gemaakt vanaf een hoogte van 4700 m, de resolutie is ongeveer 3 m.

Defensie en de betrokken instituten. In totaal heeft de ontwikkeling zo'n 11 jaar geduurd.

In 1985 ontstond het plan om een SAR te bouwen. In die periode bestond het Nederlandse Remote Sensing-instrumentarium uit een aangepaste Decca X-band scheepsradar, waarmee opnames vanaf een vliegtuig gemaakt werden. Onder insiders werd dit systeem ook wel 'Poor man's radar' genoemd. Gaandeweg kwam er een behoefte naar een meer geavanceerd systeem zoals een SAR, waarmee kleinere details kunnen worden waargenomen. Deze behoefte leidde uiteindelijk tot een definitiestudie en een realisatiestudie voor een SAR.

De definitiestudie was bedoeld om ervaring op te doen met SAR-technologie en de uitvoering van SAR op een vliegtuig. De realisatiefase kon dan plaatsvinden met de aldus opgedane ervaring. De definitiestudie vond plaats in de periode van medio 1988 tot eind 1991. In deze studie is het testbed PHARS ontwikkeld, wat staat voor Phased Array SAR. De eerste succesvolle toepassing met dit radarsysteem vond plaats in 1990.

Door de vingeroefening met PHARS was voldoende ervaring opgedaan om de uitdaging van de realisatie van het geavanceerde radarsysteem PHARUS aan te gaan. Uiteindelijk is het PHARUS-systeem een demonstrator geworden van een beeldvormend radarsysteem waarin de huidige stand van de technologie gebruikt is.

In het PHARUS-familiarisatieprogramma worden toepassingen met de polarimetrische SAR PHARUS gedemonstreerd aan potentiële toekomstige gebruikers. Er bestaat ook belangstelling vanuit de industrie voor PHARUS. Ontwikkelingen van het PHARUS-systeem in de nabije toekomst betreffen een resolutieverbetering, de mogelijkheid om driedimensionale afbeeldingen te maken voor hoogtekaarten en snelheidsmetingen (Moving Target Indication, MTI).

Selectie van NBC-beschermingsmiddelen

Dr. M. W. Leeuw


In het midden van de jaren zeventig ontstond bij de krijgsmacht de operationele behoefte om de in gebruik zijnde NBC-kleding te vervangen. Omdat de aanschaf van het gasmasker enige jaren eerder niet vlekkeloos verlopen was, werd besloten deze operationele behoefte extra zorgvuldig in te vullen. Als onderdeel van de aanschafprocedure werd het toenmalige Chemische Laboratorium van de RVO-TNO (een van de voorgangers van TNO Prins Maurits Laboratorium) vanaf het allereerste begin ingeschakeld. Hierdoor werd gewaarborgd dat de te maken keuzen ook onderbouwd werden op grond van de meest recente technisch-wetenschappelijke inzichten.



In het kader van deze weloverwogen aanpak heeft TNO een groot aantal nieuwe methoden ontwikkeld waarmee de beschermende werking van NBC-kleding kan worden bepaald. Zo is bijvoorbeeld de valtoeren voor de mosterdgasdruppels enig in zijn soort. Nederland heeft hierdoor binnen de NAVO een grote reputatie opgebouwd. In opdracht werden en worden nog steeds voor andere opdrachtgevers talloze testen uitgevoerd waarbij de opgedane kennis weer aan de krijgsmacht ten goede komt. Door intensieve samenwerking tussen de verschillende researchgroepen van TNO Prins Maurits Laboratorium is Nederland er als eerste NATO-land in geslaagd een objectieve mosterdgas-dosimeter te ontwikkelen: een uitdrukkelijke eis uit de nieuwe NAVO-NBC-kledingtriptiek. Deze dosimeter is gebaseerd op het detecteren van DNA-schade in de oren

van geslachte varkens als gevolg van de penetratie van mosterdgas. Proefdieren of proefmensen zijn dus niet meer nodig.

Ook in operationeel opzicht heeft deze aanpak tot succes geleid. Bij de aanschaf van de kleding aan het eind van de jaren zeventig werd als eis gesteld dat de levensduur van de



kleding 10 jaar diende te zijn. Bij het evalueren van de beschermende werking in 1989 bleek dat de eerste in gebruik genomen partijen kleding nog prima aan de eisen voldeden. Daarom kon worden besloten de invoering van een opvolger enige jaren uit te stellen. In 1994 is de kleding opnieuw getest. Alhoewel een verminderde performance werd geconstateerd, werd nog steeds voldaan aan de operationele eisen. Wel werd besloten voor uit te zenden eenheden een interimoplossing aan te schaffen. Tot algehele vervanging zal in het begin van het nieuwe millennium worden overgegaan. De kleding heeft dan 20 jaar dienst gedaan!

STI, een begrip in de wereld van de spraakcommunicatie

Prof.dr.ir. T. Houtgast, dr.ing. H. J. M. Steeneken

In de jaren zestig werden wij, bij het toenmalige Instituut voor Zintuigfysiologie (sinds 1994 TNO-TM), geconfronteerd met de vraag om de spraakverstaanbaarheid te bepalen van nieuw aan te schaffen VHF-communicatiemiddelen bij de Koninklijke Landmacht. Het ging om zeer veel condities (verschillende merken en typen, diverse afstanden tussen zender en ontvanger, terreincondities, omgevingslawaaï, typen microfoons en telefoons, enzovoort). Er bestond een klassieke, zeer tijdrovende meetmethode: het gebruik van standaardwoordenlijsten, uit-

gesproken door verschillende sprekers en beluisterd door een panel van luisteraars, resulterend in een percentage correct ontvangen woorden: de 'woord-score'. Elke meting kostte meer dan een manuur. Vanuit een technische achtergrond komt dan al snel de gedachte op 'dat moet toch ook anders kunnen'. Als je begrijpt welke fysische aspecten van de overdrachtketen van spreker naar luisteraar van belang zijn voor de verstaanbaarheid, hoe de spraak daardoor wordt aangetast en op welke wijze het oor daarmee omgaat, dan moet het

toch mogelijk zijn om op grond van fysische metingen de zo moeizaam gemeten woordscore te voorspellen.

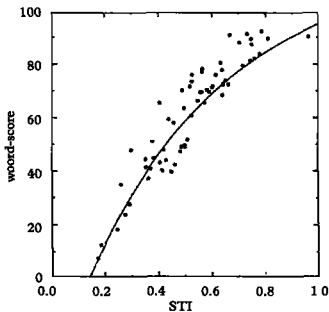
Dit was de motivatie van waaruit een lijn van onderzoek is opgestart, die vele jaren als een rode draad door het programma van het spraak- en gehooronderzoek liep. Thans kan de spraakverstaanbaarheid van nagenoeg elke verbinding (naast radio en telefoonverkeer ook voor toespreekinstallaties en auditoria) routinematig worden bepaald op grond van de STI (Spraak Transmissie Index), een eenvoudige meting die hooguit enkele tientallen seconden duurt. Dat 'onze' STI in brede kringen is aanvaard en wordt toegepast werd weer geïllustreerd tijdens de recente ASA-meting (Acoustical Society of America) van juni jl., waarbij in de sessie over



'Speech Intelligibility in Auditoria' in 9 van de 11 voordrachten de STI aan de orde kwam.

Wat waren de achtergronden van deze succesvolle ontwikkeling? De noodzaak tot een snelle en betrouwbare meetmethode drong zich steeds duidelijker op, doordat wij regelmatig werden geconfronteerd met de noodzaak om voor Defensie spraakverstaanbaarheid te meten voor vele typen communicatiemiddelen. Naast het toepassen van de vertrouwde spreker-en-luisterarmmethode, voerden wij daarbij ook steeds diverse fysische metingen uit, met als doel de gouden standaard, het %-woorden-correct, uit die metingen te kunnen voorspellen. Er bestond ook een traditie van spraak- en gehooronderzoek binnen TNO-TM, die een belangrijke voedingsbodem vormde voor het vinden van een juiste aanpak.

Er kan, achteraf, een duidelijk moment van doorbraak worden aangewezen: het formuleren van een algemeen geldig concept waarmee in principe voor *elk* spraaktransmissiekanaal de mate waarin de informatie verloren gaat die van belang is voor de spraakverstaanbaarheid kan worden gekwantificeerd, en dus meetbaar kan worden gemaakt. Dit concept berust op het uitgangspunt dat, nadat het spraaksignaal is gefilterd in een aantal frequentiebanden zoals het oor dat ook doet, de voor de verstaanbaarheid belangrijke informatie verborgen ligt in de sterktefluctuaties van het signaal in elk van die frequentiebanden. Op grond van een nauwkeurige analyse van de omhullende in elk van de frequentiebanden kunnen deze fluctuaties worden bepaald, en kan dus ook de invloed van een transmissiekanaal daarop worden gekwantificeerd: door de omhullende-fluctuaties van het signaal aan de luisterzijde van een transmissiekanaal te vergelijken met die in het oorspronkelijke spraaksignaal aan de spreekzijde, kan worden vastgesteld in welke mate deze door het transmissiekanaal zijn aangetast. Hoe minder van de oorspronkelijke omhullende-fluctuaties aan de luisterzijde overblijven, hoe slechter de spraakverstaanbaarheid. Dit leidde tot begrippen als het omhullende spectrum en de modulatietransmissiefunctie, de ontwikkeling van een specifiek testsignaal met een aantal standaard omhullende-fluctuaties, en een analysemethode waarmee het behoud van die fluctuaties wordt uitgedrukt in



een index, de Spraak Transmissie Index. De daadwerkelijke uitwerking van dit concept vereiste de invulling van een flink aantal parameters, deels bepaald door de eigenschappen van spraak en deels door die van het auditief systeem. Voor de evaluatie van deze meetmethode zijn in de loop der jaren honderden zeer uiteenlopende transmissiekanalen bemeten, zowel het '%-woorden-correct' met sprekers en luisteraars als de STI-waarde. Bijgaande figuur is illustratief voor de relatie die daarbij wordt gevonden. Huidig onderzoek bij TNO-TM richt zich op de toepasbaarheid en eventuele aanpassingen voor sterk afwijkende talen (Japans staat in de belangstelling), en voor verschillende typen signaalbewerking zoals die voorkomen in moderne communicatiesystemen.

Hoewel wij ons in de eerste jaren concentreerden op de militair relevante radio- en telefonieverbindingen, bleek het universele karakter van onze aanpak uit het feit dat hetzelfde concept als het ware 'moeiteloos' toepasbaar was in de zaalakoestiek, voor het bepalen van de spraakverstaanbaarheid in kerken en auditoria, van toespreekinstallaties en andere omroepsystemen. Het succes in deze omgeving is mede te danken aan de mogelijkheid voor architecten en akoestisch adviseurs om de STI ook te kunnen berekenen op grond van ontwerpspecificaties, zodat de STI een belangrijk aspect vormt bij ontwerpisen en afnamekeuringen.

Terugkijkend hebben diverse factoren bij deze ontwikkeling een rol gespeeld. Er bestond een behoefte vanuit het veld, en van onszelf, aan een geschikte meetmethode ter vervanging van de tijdrovende sprekers-en-luisteraarsaanpak. Wij waren overtuigd van de waarde van het concept waarop onze STI-aanpak berust. Om dit in brede kring ingang te doen vinden is over de onderzoekresultaten regelmatig gepubliceerd en is geparticipeerd in normalisatiecommissies op het betreffende gebied, hetgeen resulteerde in een standaard over de STI-methode (IEC 268-16). Ten slotte zijn er prototypen vervaardigd waarmee collega's ervaring hebben opgedaan en dat weer hebben uitdragen. Wij hebben er met plezier aan gewerkt en passen de STI-methode jaarlijks in ongeveer een tiental projecten toe.

Verhoging incasserings- vermogen marineschepen

Ir. Z.C. Verheij

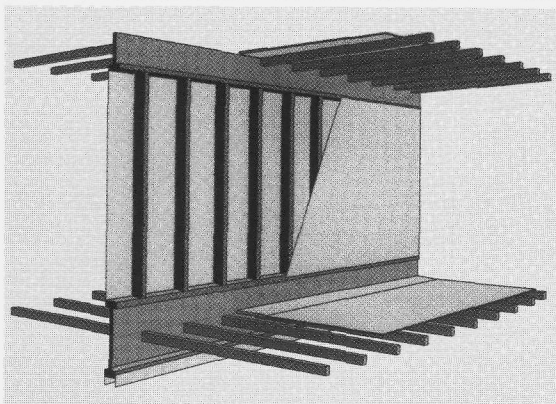
Bij de ontwikkeling van het nieuwe Luchtverdedigings- en Commando Fregat van de Koninklijke Marine is speciale aandacht besteed aan de verhoging van het incasseringsvermogen van het schip voor inslagen van raketten. Hiervoor is gebruik gemaakt van onderzoekresultaten en adviezen van het TNO Prins Maurits Laboratorium.

Aan het eind van de jaren zeventig ontstond binnen de Koninklijke Marine een toenemende belangstelling voor het kwantificeren van het incasseringsvermogen en daarmee de operationele gereedheid na een treffer, van de eigen schepen. Het feit dat in Nederland voor en door de KM schepen werden (en nog steeds worden) ontworpen en gebouwd was daar uiteraard debet aan. In opdracht van de KM werd begonnen met het ontwikkelen van computersimulatiemodellen ter bepaling van de schade-effecten. Later volgde de experimentele validatie aan boord van twee door de KM van de sterkte afgevoerde fregatten van de Roofdierklasse, de Wolf en de Fret. De resultaten van deze proeven zijn kenmerkend voor de kwetsbaarheid van de toenmalige fregatten voor een missile-inslag. De foto laat zien welke schade een dergelijk missile toebrengt aan de constructie, waar dekken en schotten volledig

worden weggeblazen. Bij een echte aanval moet hier ook nog de uitschakeling van bijna alle belangrijke systemen en een enorme brand aan boord worden toegevoegd.



Behalve het kwantificeren van het incasseringsvermogen, en daarmee de operationele gereedheid na een treffer, van de eigen schepen was de KM natuurlijk ook geïnteresseerd in de ontwikkeling van maatregelen om dit te verbeteren. Het onderzoek heeft geleid tot een



gebalanceerd pakket aan maatregelen voor het nieuwe Luchtverdedigings- en Commando Fregat. Dit schip is verdeeld in een aantal onafhankelijke zones, waarbij schade in één zone de functionaliteit van de andere niet beïnvloedt. Op deze manier kan men voldoende restcapaciteit voor de voortstuwing en de zelfverdediging garanderen en

mogelijk zelfs nog capaciteit om terug te slaan.

De zonering werkt alleen indien de wapeneffecten tot één zone kunnen worden beperkt. Praktisch is dit gerealiseerd door plaatsing van de zgn. PriMa Dubbelschotten (zie illustratie) op de zonegrenzen. Deze schotten, ontwikkeld door TNO Prins Maurits Laboratorium (PriMa), hebben een grote blast- en scherfbestendigheid, zoals bewezen in de afnametest uitgevoerd in de 'Blast Test Facility' van het Engelse DRA-Dunfermline. De verbetering is dusdanig dat een dergelijk schot de belasting in de proef op het Roofdierfregat glansrijk zou hebben doorstaan.

Ook zijn er maatregelen getroffen die de overlevingskansen van de energie- en koelwatervoorziening voor de zones verhogen. Beide systemen zijn redundant uitgevoerd en ruimtelijk zo ver mogelijk gescheiden. Tevens is waar nodig nog extra ballistische bescherming aangebracht.

Het totale pakket aan maatregelen heeft geleid tot een aanzienlijke verbetering van het incasservermogen van het LCF ten opzichte van de vorige generaties marineschepen.

Commando- en staftrainer KIBOWI, versie 3.1

Drs. P.A.B. van Schagen, ir. G.R. Bril

Waarom KIBOWI?

De Koninklijke Landmacht (KL) heeft sinds 1982 samen met TNO-FEL ervaring opgedaan in het gebruik van computer wargames in stafplanning. De eerste ervaringen werden opgedaan met het model SOLTAU en vanaf 1986 is de ontwikkeling van KIBOWI gestart. Een prototype van KIBOWI wordt sinds 1990 gebruikt voor de ondersteuning in Commandopostoefeningen op bataljons-, brigade- en zelfs divisieniveau. Het systeem heeft zijn positieve invloed op de resultaten van de ondersteuning bij training reeds bewezen.

Het prototype toonde ook aan dat er behoefte was aan een gebruikersvriendelijk, goed gedocumenteerd en onderhoudbaar systeem, waarbij gebruikgemaakt wordt van de nieuwste methoden en technieken. KIBOWI 3.1 wordt ontwikkeld onder gebruikmaking van de DOD Standard 2167A voor software-ontwikkeling volgens de AQAP-kwaliteitsstandaarden.

In tegenstelling tot de traditionele commando- en staftrainers kan KIBOWI 3.1 ook in een aantal Crisis-managementscenario's gebruikt worden, omdat er 4 partijen gedefinieerd kunnen worden, die elk een verschillende houding (vriend, vijand, neutraal) t.o.v. elkaar kunnen innemen, die bovendien gedurende de oefening kan wijzigen. Bovendien houdt KIBOWI 3.1 rekening met de gewijzigde 'Rules of Engagement'.

Gebruik

Het KIBOWI 3.1-systeem is een commando- en staftrainer (Engels: Command and Staff Trainer), ontwikkeld door TNO-FEL voor de KL. Het systeem ondersteunt staf oefeningen op de volgende niveaus: bataljonsgeleide teamoefeningen, brigadegeleide bataljonsoefeningen en divisiegeleide brigadeoefeningen.

KIBOWI is behalve voor staf oefeningen ook beschikbaar voor instructiedoeleinden op het Opleidingscentrum Manoeuvre (OCMAN) voor de opleiding van compagniescommandanten en bataljonsstafofficieren en op het Instituut Defensie Leergangen (IDL) voor gebruik op divisieniveau.

Daarnaast wordt KIBOWI gebruikt voor researchdoeleinden.

In 1996 en ook dit jaar is KIBOWI gebruikt door een aantal Belgische brigades. Bovendien is een aantal landen geïnteresseerd in de aankoop van KIBOWI. In 1998 zal ook de oefening van de Multinational Division Central (MND-C), bestaande uit brigades van Engeland, België, Duitsland en Nederland gebruik maken van het KIBOWI-systeem.

Wat is KIBOWI?

KIBOWI is een combinatie van hardware, software en regels voor de organisatie en gebruik van het systeem ('orgware and useware'). De software voor KIBOWI is geschreven in ADA. De grafische User Interface is gebaseerd op X-Windows met een OSF Motif 'look-and-feel', waarbij gebruik wordt gemaakt van SL-GMS en Maplink.

De hardwareconfiguratie voor KIBOWI 3.1 bestaat uit 52 DEC/Alpha-werkstations met een 21"-kleurenmonitor, muis en toetsenbord voor de Control Cellen, één werkstation voor de User Interface van de Systeem Operator en een computer voor de gevechtssimulatie. De computers zijn opgenomen in een lokaal DEC/Alpha-cluster.

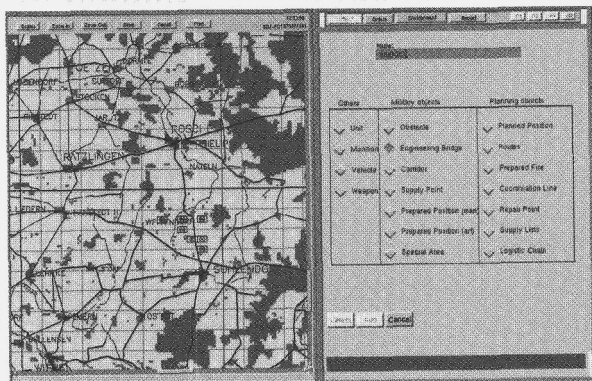
In de organisatiestructuur van een oefening onderscheiden we de spelers die getraind moeten worden en een controle-organisatie die de training mogelijk moet maken, alsmede de technische ondersteuning die de oefening via de computer mogelijk moet maken.

De spelers worden in principe met hun gebruikelijke gevechtssuitrusting geplaatst in het veld en hebben in principe geen kennis van de manier waarop zij worden getraind. Zij hebben geen directe interactie met het KIBOWI-systeem.

De technische ondersteuning bestaat uit een min of meer permanente staf die alle KIBOWI-oefeningen ondersteunt, de instructie van de Control Cellen verzorgt alsmede leiding geeft aan het vijandspel en de monitorfunctie.

In de controle-organisatie worden de volgende zogenaamde Control Cellen onderscheiden:

1. De Vijand Control Cell die de eenheden van de oefenvijand bestuurt.



2. De Lower Control Cellen die de eenheden van het bataljon, de brigade of de divisie die wordt getraind, besturen. Deze Cellen fungeren als menselijke interface tussen de spelers en het KIBOWI-systeem.
3. De Higher Control Cell die fungeert als commandant voor de spelers.
4. De Monitor Control Cell die het gevechtsverloop in de gaten houdt en controleert of de oefendoelstellingen gehaald kunnen worden. Deze Cell kan altijd in het spel ingrijpen om bijvoorbeeld eenheden of hindernissen ergens anders te positioneren of gevechtsacties onderbreken. De Cell staat in nauw contact met de Leider der Oefening.

In een oefening worden de volgende fasen onderscheiden:

- Database-preparatie:
 - Selectie van het voor de oefening te gebruiken terrein; indien dit terrein nog niet (voor KIBOWI) beschikbaar is, wordt dit terreindeel op basis van informatie van de Topografische Dienst Nederland aanvullend gedigitaliseerd.
 - Het definiëren van alle eenheden alsmede de middelen die deze eenheden tot hun beschikking hebben.
- Voorbereiding:
 - Het creëren van de uitgangssituatie van een oefening door de eenheden te positioneren in het terrein en het opstellen van een hindernissenplan in te voeren.
- Gaming:
 - De daadwerkelijke oefening met de controle-organisatie als hiervoor aangegeven.
- Analyse:
 - Het evalueren van het gevechtsverloop in een grote ruimte op een groot beeldscherm waarbij toelichting gegeven wordt door de Oefenleiding, hierbij gesteund door de Monitor Control Cell.

Wat doet KIBOWI?

KIBOWI simuleert het gevecht der verbonden wapenen reëel en gedetailleerd. De simulatie vindt plaats volgens het tijdstapmodel, waarbij de tijdstap instelbaar is; in principe zullen tijdstappen van 10 seconden worden gebruikt.

De basis voor de simulatie is de gevechtsveldrepresentatie die bestaat uit het terrein (cultuur (bebouwing/begroeiing), bodembegaanbaarheid (Cross Country Movement) en hoogte (van zowel het maaiveld als eventuele bebouwing/begroeiing), vastgelegd per grid van 100 bij 100 meter), wegen, bruggen, waterhindernissen, hellingen en kunstmatige hindernissen zoals mijnenvelden. De zichtcondities en verplaatsingen worden beïnvloed door de terreinkarakteristieken.

KIBOWI is met name gericht op het manoeuvregevecht en richt zich daarnaast op de volgende gevechtsondersteunende activiteiten: genie, vuursteun, logistiek, luchtverdediging en luchtsteun.

De logistiek heeft betrekking zowel op verbruik klasse III en klasse V als op het herstel van voertuigen. Om het logistieke spel effectief te kunnen spelen wordt gebruikgemaakt van zogenaamde bevoorradingspunten en logistieke ketens, die de logisticus de gelegenheid geven een keten aan te leggen tussen bronnen (bevoorradingspunten of -eenheden) en klanten (bevoorradingspunten of -eenheden of gevechtseenheden).

Daarnaast is transport van voorraden en eenheden mogelijk. Dat wil zeggen dat een helikoptereenheid in staat is, indien het laadvermogen toereikend is, om een infanterie-eenheid mee te nemen en op een ander locatie weer aan de grond te zetten.

Veiligheid, munitie en bescherming

Dr.ir. J. Weerheijm

Veiligheid en minimaliseren van risico's voor de bevolking zijn belangrijke onderwerpen voor de overheid. Risico's zijn inherent aan militaire activiteiten. Ook de Nederlandse Defensie onderkent haar verantwoordelijkheid

voor de veiligheid en bescherming van de bevolking en eigen personeel. Dit blijkt onder meer uit de inspanningen in de afgelopen decennia om te komen tot veilige opslag van de munitievoorraden.

Defensie heeft de afgelopen decennia geïnvesteerd in kennisopbouw bij TNO-PML op de gebieden van munitiefunctieering, explosie-effecten en de uitwerking op de omgeving, opslagcondities en constructievormen met als doel de gevolgen bij een eventuele explosie voor de omgeving tot een minimum te beperken.

TNO-PML heeft deze kennis en ervaring gebundeld in een risicoanalyseprogramma. Met behulp van dit programma is voor Defensie de belegging

van de munitiecomplexen geoptimaliseerd bij een minimaal risico voor de omgeving. Dit heeft geresulteerd in een reductie van de veiligheidsstraal rondom munitiecomplexen met meer dan een factor 5. Hiermee is het ruimtebeslag rondom munitiecomplexen sterk afgenomen.

De ontwikkelingen op het gebied van munitieveligheid gaan door. Daarnaast wordt de inzetbaarheid van Defensie meer divers. De kennis en de rol van TNO-PML op het gebied van veiligheid en bescherming blijft daarbij belangrijk. Zo worden nu richtlijnen opgesteld voor munitieopslag bij crisisbeheersingsoperaties. De omstandigheden verschillen sterk van die in Nederland. Hebben we hier in Nederland te maken met bijvoorbeeld aardoverdekte betonconstructies, bij de 'Out of Area'-operaties wordt de munitie vaak opgeslagen in ISO-containers waaromheen een alternatieve beschermingsconstructie



'Veiligheidscircels' rondom een munitiecomplex. Aanpassing van belegging en additionele beschermingsmaatregelen moeten doorgevoerd worden.



Beproeving van beschermingsconstructie zoals toegepast bij Crisisbeheersingsoperaties.

gemaakt is. De verworven kennis op het gebied van explosie-effecten en de uitwerking van explosies op de omgeving blijft ook in deze situaties toepasbaar.

Internationaal (NAVO) is er veel belangstelling voor het Nederlandse initiatief om tot een-

duidige, gevalideerde richtlijnen te komen. Een testprogramma voor het bepalen van de effectiviteit van verschillende beschermingsconstructies staat gepland. Deelname aan een 40.000kg-explosieproef in Australië vormt hier een onderdeel van.

De bescherming van personeel bij crisisbeheersingsoperaties vraagt speciale aandacht. Ook hier geldt dat bescherming moet worden gerealiseerd met vaak alternatieve middelen en in samenwerking met andere landen. Standaardisatie van middelen wordt dan ook nagestreefd.

Het Genie-opleidingscentrum (GOC) heeft de opdracht om een handboek op te stellen met voorschriften op welke wijze beschermende constructies gemaakt moeten worden. In opdracht van het GOC heeft TNO-PML vorig jaar een begin gemaakt met het (experimenteel) kwantitatief bepalen van de beschermingsgraad die de voorgestelde constructies bieden aan personeel.

Eerste in de reeks was een schuilonderkomen bestaande uit een ISO-container in combinatie met een beschermingswal (HESCO Bastion concept) en een aantal alternatieven voor de beschermende dakconstructie. Uit logistiek oogpunt is een alternatief voor de traditionele dakconstructie met balken gewenst. Dakconstructies met damwanden en versterkte flat-racks zijn toegepast. Met beide alternatieve constructievormen bleek een uitstekende bescherming gerealiseerd te kunnen worden.

Het resultaat is een gevalideerd concept voor een beschermend onderkomen dat afdoende bescherming biedt aan het personeel. Het nieuwe concept biedt tevens grote logistieke voordelen doordat al het aan te voeren constructiemateriaal in de container wordt aangevoerd.

Onderzoek naar de brug van fregatten

Prof. dr. ir. H. Schuffel

Ambitie

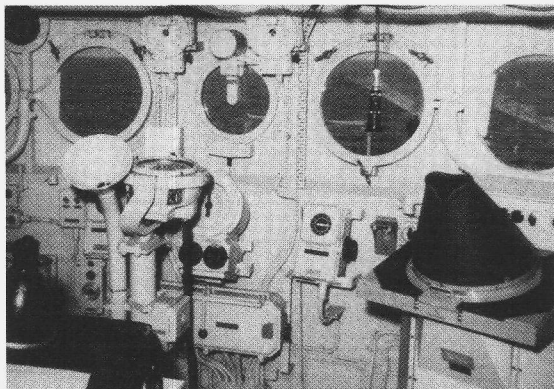
De kaart zou eigenlijk op de radar geprojecteerd moeten worden. Nu kan dat, maar in 1962 was dat idee een utopie bij de inrichting van de brug van de Van Speijk-klasse fregatten.

De ambitie van ontwerpteams om door het brugontwerp het primaire proces van navigatie te verbeteren is gebleven.

Het 'human factors'-onderzoek droeg bij aan het inzicht hoe de wachtofficier zich bewust is van dat proces: de waarneming van de scheepspositie en de analyse van de toestandsveranderingen in relatie tot omgeving en plan.

Wat veranderde was de technologie: de middelen voor de methoden van onderzoek en voor de werkelijke taakuitvoering op de brug. Simulatie en satellietnavigatie zijn wellicht de meest sprekende voorbeelden daarvan. Het onderzoek kon daardoor kennis van bredere gebruiksgroepen objectiever, nauwkeuriger en in een vroege ontwerp-

fase opnemen. De technologie maakte ideeën realiseerbaar.

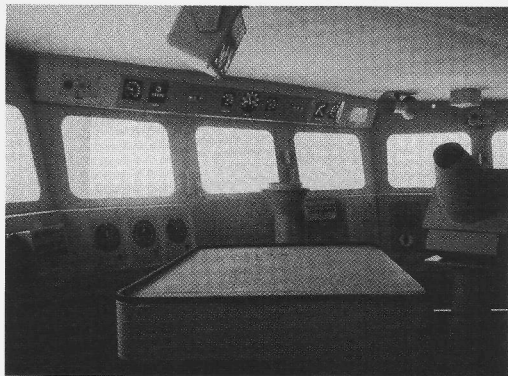


Brug van de B-klasse jagers met apparatuur die is verspreid over de brug en een spreekbuis om de roerganger orders te geven.

Nieuwe visie in 1962

De vervanging van de B-klasse jagers, zoals Hr.Ms. Amsterdam, gaf mede aanleiding tot een nieuwe oriëntatie op de bruginrichting. De spreiding van apparatuur over de brug, en in het bijzonder de plaats van de roerganger op een lager dek, werd niet langer als optimaal voor de taakuitvoering gezien.

Een roerganger die onderdeks via een spreekbuis orders ontvangt, vertraagt natuurlijk de reactietijden van het schip. Discussies daarover werden in Engeland en Canada gevoerd. Met een veldexperiment werd destijds door TNO-TM aangetoond dat directe besturing met de roerganger op de brug de nauwkeurigheid van manoeuvres verbetert.



'Mock-up' van de brug van de Van Speijk-klasse fregatten met kaartentafel, radar en peilkompas centraal opgesteld.

Uitgangspunten voor het brugontwerp van de Van Speijk-klasse fregatten werden afgeleid uit observaties en interviews. De ergonomische verbeteringen waren vooral gericht op de waarneming van de omgeving en de kaart (donkeradaptatie behouden bij duisternis), de vormgeving van instrumenten (leesbaarheid), en de functionele inrichting (loopruimte

en configuratie van peilkompas en andere instrumenten).

Methoden

Een van de vernieuwende ideeën in 1962 om brugconcepten te toetsen was de introductie van 'mock-ups'. De beoordeling van de inrichting berustte op opinies van experts, hetgeen in dat ontwerp tot twee kampen leidde: de aanhangers van het cockpitconcept en van een brug met verspreide instrumenten. Empirische toetsing op zee van deze opinies had inmiddels haar aantrekkelijkheid verloren door de opkomst van de simulatietechniek. In series experimenten werd door TNO-TM het voordeel van een geconcentreerde navigatieplek aan het frontschot bevestigd.

'Virtual environment'-techniek, waarmee door middel van een zichtsysteem op het hoofd van de gebruiker de toekomstige werkplek kan worden beoordeeld, intensiveert nu de participatie van gebruikers.

Brugconcepten

Door de technologische vernieuwingen werden de ambities van het eerste uur steeds beter realiseerbaar. Het cockpitconcept werd benaderd in het brugontwerp van de Geleide Wapenfregatten.

Voornamelijk door de beperkingen van de radartechnologie moest in dit ontwerp de radar nog in een aparte cabine worden ondergebracht om geen daglicht op de lichtzwakke



Ontwerp van de brug van het Luchverdedigings- en Commando Fregat met 'virtual environment'-techniek.



Deel van de brug van de Geleide Wapenfregatten met directe bediening van roer en schroeven.

beeldschermen te laten vallen. Daglicht-radar evenwel, heeft geleid tot de ons bekende bruginrichtingen van de S- en de M-fregatten. De radar is daarbij geïntegreerd in de rij van consoles aan het frontschot. Kaartentafel en seinerslessenaar zijn gebleven en het uitzicht is vrij over ongeveer 240°.

De doorbraak naar een cockpit-concept wordt nagenoeg werkelijkheid op het Luchtverdedigings- en Commando Fregat dat in 2001 zal varen. Overzicht van de status van schip en omgeving is vanuit één positie mogelijk geworden. De kaarten en de radar kunnen dankzij een elektronisch systeem naast en over

elkaar worden geplaatst en de kaartentafel heeft zijn functie verloren.

Wat werd bereikt?

In de geschetste periode werd het ontwerpproces geobjectiveerd, het nut van simulatie-experimenten werd erkend, de gebruikseffectiviteit van nieuwe brugsystemen kon worden gemeten en de kennis van een brede vertegenwoordiging van experts werd op systematische wijze benut.

Onderzoek naar de bruginrichting werd een onderwerp waarbij belangen van marine en koopvaardij samengaan en de kennisuitwisseling tussen internationale/wetenschappelijke instituten is intensief geworden. Door concentratie van het onderzoek op speerpunten, zoals dit 'human factors'-onderzoek, kan de krijgsmacht op het internationale front van informatiewisseling meedoen.

Het recente bezoek van een delegatie van de Koninklijke Marine aan het Amerikaanse SMARTSHIP-project, handelend over nieuwe informatietechnologie op de AEGIS-kruisers, bevestigt dit.

Trainers en Simulators

Ir. R.C. van Rijnsoever

De opdracht aan het LEOK in september 1970 om een studie uit te voeren naar de mogelijkheden om een trainer te realiseren voor een door de Koninklijke Landmacht aan te schaffen gemechaniseerd Lucht Doel Artillerie-wapensysteem PRTL (Pantser Rups Tegen Luchtdoelen) heeft geleid tot de realisatie van een succesvol trainerprogramma.

Samen met Hollandse Signaalapparaten werd in het midden van de jaren zeventig de ontwikkeling van de 'Mech Lua Trainer' (later PLT = Pantser Luchtdoel Trainer genoemd) gestart en tegen het einde ervan overgedragen aan de Koninklijke Landmacht.

Met de trainer is het mogelijk om gelijktijdig 3 teams (commandant en schutter) training te geven met functies als doel evaluatie, acquisitie en tracking. Synthetische radar- en periscopebeelden zijn gecorreleerd. De simulatie van het lawaai van de geschutstoren en Elektronische Tegenmaatregelen maken deel uit van het simulatieprogramma.

Het systeem is opgebouwd uit 3 deelsystemen. Deze bestaan uit een wapensysteemsimulator, een gevechtsveldsimulatie en faciliteiten voor de instructeur.

Met de bouw van deze trainer werd o.m. veel kennis opgebouwd van Computer Aided Instruction (CAI) en Computer Ondersteunend Onderwijs in trainingssimulators.

De CAI-activiteiten hebben o.m. geleid tot de ontwikkeling van een universeel toepasbaar modulair opgezet CAI-systeem. Dit CAI-systeem kan worden verbonden met een verscheidenheid aan real-time-simulators.

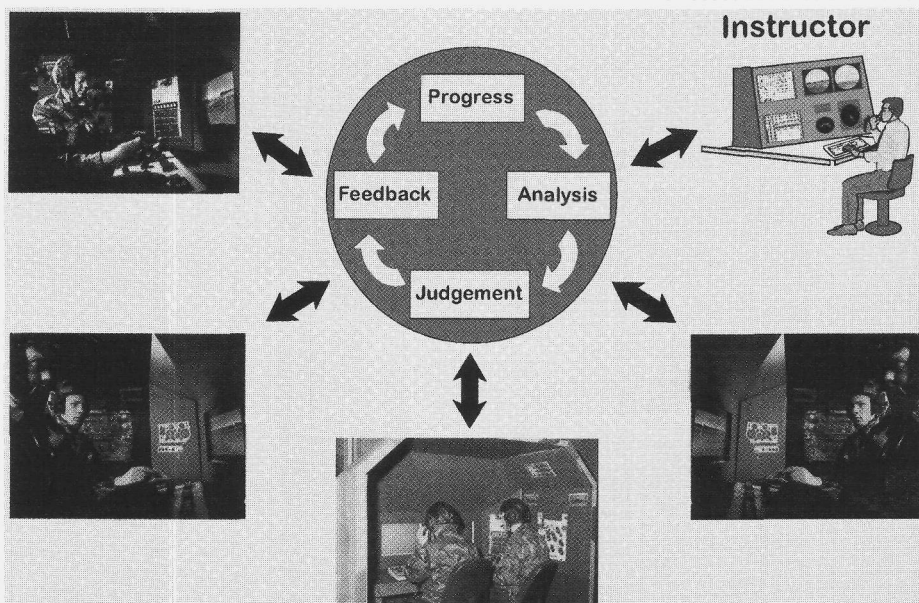
Het kan zowel dienen voor het prepareren van trainingsscenario's, als veel van de diagnose van de resultaten van de



leerling gedurende de training overnemen. Het CAI-systeem bestaat daarom uit 2 hoofdmodules: een preparatiemodule en een trainingmodule.

Het operationele mobiele luchtdoelartillerie-systeem PRTL vertoont een mate van 'commonality' met het Duitse Gepard-systeem. Voor beide wapensystemen was eind jaren tachtig een midlife update-programma voorzien. In het kader van de samenwerking van het Duitse en Nederlandse leger en de mogelijkheid van gezamenlijk optreden van de wapensystemen, is besloten dit update-programma bilateraal uit te voeren, waarbij de trainingssimulatoren (voor Nederland de PLT-V, hetgeen staat voor PLT-Verbeterd) integraal meegenomen worden.

Zoals reeds vermeld is de CAI in de PLT meer dan 15 jaar geleden geleverd door een voorloper van TNO-FEL. Deze CAI functioneert nog steeds naar volle tevredenheid en om

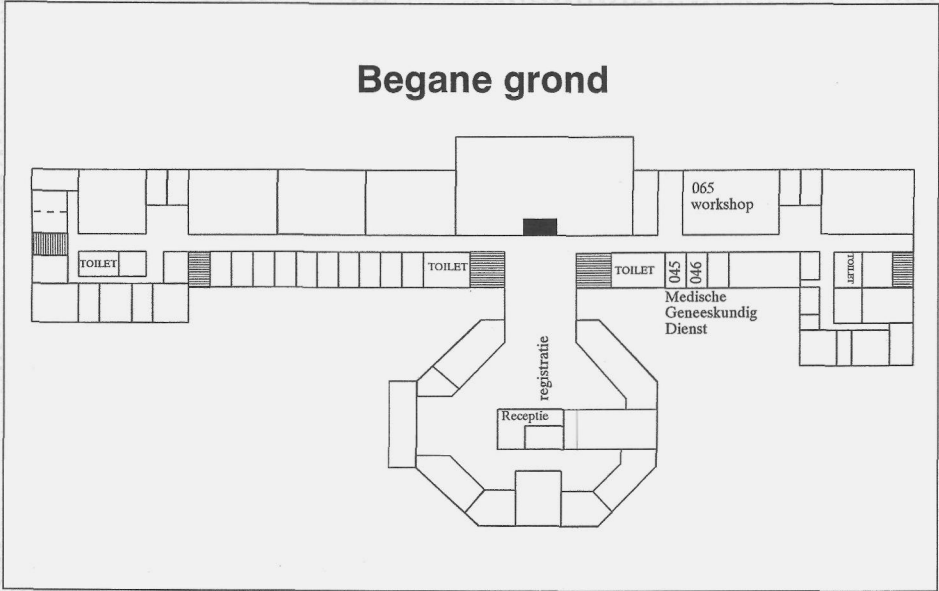


deze reden is TNO-FEL gevraagd ook de CAI ten behoeve van de PLT-V te ontwikkelen. Voor de uitvoering van de totale traineropdracht is een consortium gevormd, bestaande uit hoofdaannemer Krauss-Maffei München, Deutsche System Technik (DST) Bremen, Hydraudyne Boxtel en TNO-FEL Den Haag. Van overheidszijde was het Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung in Koblenz (BWB) de opdrachtgever namens Duitsland en Nederland.

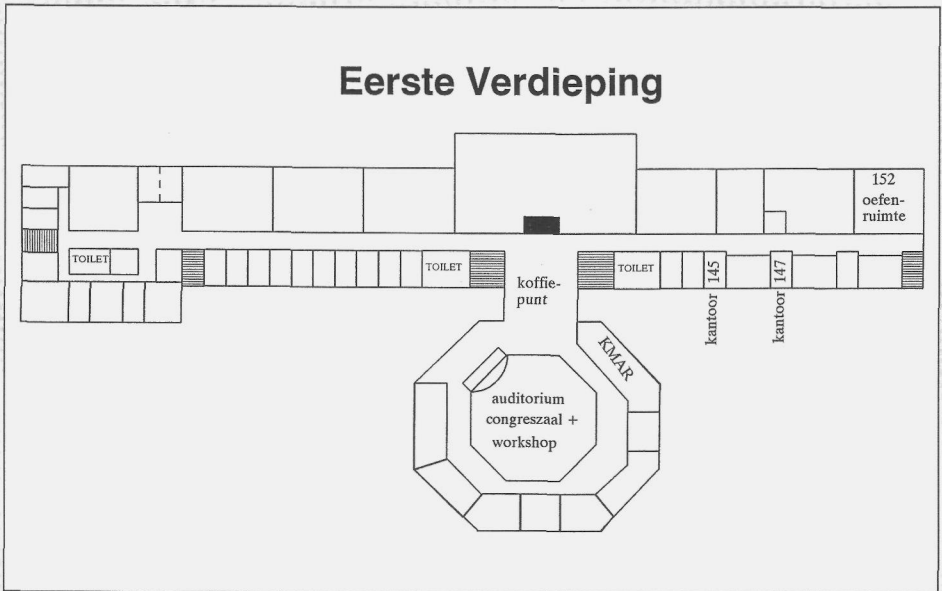
Eind 1994 is de TNO-FEL-ontwikkeling succesvol afgesloten door middel van Factory Acceptance Tests en in 1995 zijn de subsystemen van de verschillende partners geïntegreerd tot een totaalsysteem bestaande uit 2 simulatoren (1 NL en 1 GE) en 1 instructeursstation. Dit totaalsysteem is beproefd door de Nederlandse en Duitse scholen, waarbij de uitkomsten van en de opgedane ervaringen tijdens het onderzoek zijn verwerkt in de uiteindelijke specificaties voor de hieropvolgende seriebouw. De onderzoeksperiode door de eindgebruiker is positief afgesloten, met als gevolg dat de serieopdracht medio 1996 geplaatst is en de levering in 1998 gepland is.

Conform de verwachting is gebleken dat de CAI het trainingssysteem een grote stap voorwaarts heeft gebracht op het gebied van automatische (objectieve!) beoordeling en lesvoortgang, gebruikersvriendelijkheid en instructeursondersteuning. Hoewel bij de aanvang van het project bij de Duitse school enige reserve bestond ten aanzien van de moderne Nederlandse trainingsfilosofie die integraal onderdeel uitmaakt van de CAI is inmiddels een positieve houding waar te nemen. Door de realisatie van deze trainer wordt weer een stap vooruit gezet in het kader van de Duits-Nederlandse samenwerking. De TNO-FEL-bijdrage hieraan is geheel in lijn met de TNO Defensieonderzoeksmis­sie.

Begane grond



Eerste Verdieping



- Vanuit Utrecht:
 - A12 volgen
 - op Prins Clausplein richting Rotterdam/Rijswijk-zuid
 - zie verder 'Vanuit Amsterdam'

- Vanuit Amsterdam:
 - op Prins Clausplein richting Rotterdam/Rijswijk-zuid
 - A4 volgen
 - bij Ypenburg richting Rotterdam
 - zie verder 'Vanuit Den Haag'

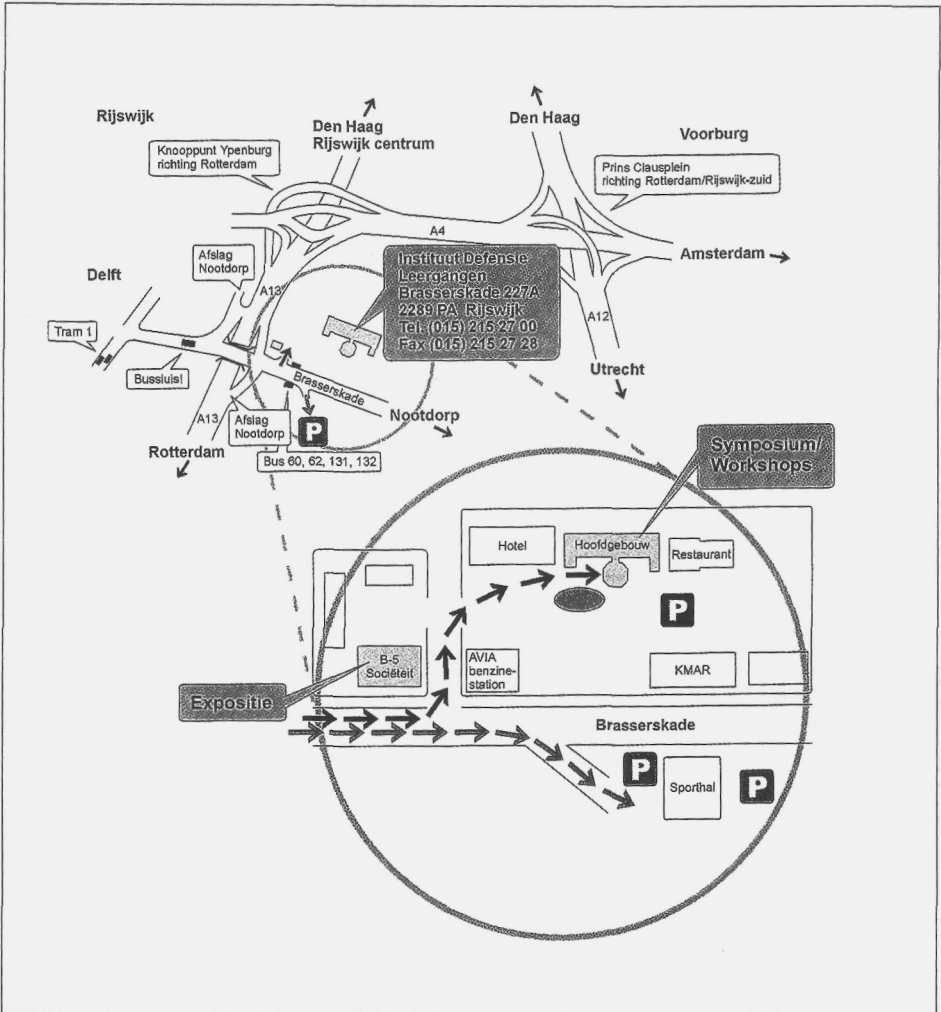
- Vanuit Den Haag:
 - bij Ypenburg richting Rotterdam
 - A13/E19 volgen
 - afslag Nootdorp
 - op Vrijenbanselaan linksaf
 - linksaf Brasserskade volgen (over A13/E19)
 - na 100 m afslag links naar IDL

- Vanuit Rotterdam:
 - A13/E19 volgen
 - afslag Nootdorp
 - rechtsaf
 - op de Brasserskade na 100 m links naar IDL

- Openbaar vervoer:
 - vanaf Delft bus 60, 62, 132, tram 1
 - vanaf Den Haag CS bus 132, tram 1
 - vanaf Rijswijk bus 131

- Parkeren:

Bij de sportvereniging aan de overkant van het IDL is parkeerruimte gereserveerd. Vanaf dit terrein zal een pendelbus worden ingezet naar het symposium, de workshops en de expositie.



TNO Defensieonderzoek

Schoemakerstraat 97
Postbus 6006
2600 JA Delft
Telefoon 015 269 48 33
Fax 015 262 73 19

**TNO Fysisch en Elektronisch
Laboratorium**

Oude Waalsdorperweg 63
Postbus 96864
2509 JG 's-Gravenhage
Telefoon 070 374 00 00
Fax 070 328 09 61

TNO Prins Maurits Laboratorium

Lange Kleiweg 137
Postbus 45
2280 AA Rijswijk
Telefoon 015 284 28 42
Fax 015 284 39 91

TNO Technische Menskunde

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg
Telefoon 0346 35 62 11
Fax 0346 35 39 77

Fotografen

Foto drs. J.C. Gmelich Meijling:
Fotopersbureau Dijkstra BV
Foto ir. E.I.L.D.G. Margherita:
Tjapko de Heus Fotografie
Foto mr. J. Fledderus: Hennie Keeris
Foto Commandeur ir. D. van Dord:
Sectie Foto AVD-KM
Foto Gen.maj.marns mr.drs. C. Homan:
AVD-UM Sectie Foto
Foto NBC: Eric de Vries

Vormgeving & Productie:

BBDO Business Communications,
Amstelveen

Eindredactie:

W.L. Smith, P.C.M. van Wezenberg