

ATAS: het antwoord op de ASW uitdaging

P.M. DE KOOTER MET BIJDAGEN VAN J.VOS, C.M. ORT EN P.J. VAN MAURIK

LTZE 1 P.M. de Kooter is werkzaam bij bureau onderwater sensor- en wapensystemen van de afdeling DMKM/WCS en is projectofficier ATAS en ALF.

KLTZ ir. J. Vos is werkzaam als hoofd bureau onderwater sensor- en wapensystemen bij de afdeling DMKM/WCS.

Drs. C.M. Ort is is groepsleider van de groep onderwater akoestiek van TNO-FEL.

LTZ 1 P.J. van Maurik is HOD aan boord van Hr.Ms. Karel Doorman en was voorheen werkzaam bij het CAWCS als OPAFOB, en was in die functie voorzitter van de werkgroep werkwijzen ATAS (WWATAS).

Het verhaal is in gewijzigde vorm reeds eerder gepubliceerd in een informatiebulletin dat wordt uitgegeven door het Analyse en Tactisch Centrum van de Koninklijke marine. Het is mogelijk dat de ideeën en visie in dit verhaal over ATAS niet op alle punten de ideeën en visie van de marineleiding weergeven.

Dit artikel is geschreven voordat de consequenties van de Hoofdlijnennotitie in volle omvang duidelijk werden. Er bestaat een grote kans dat Nederland niet de geplande vier ATAS-systemen zal gaan verwerven.

Een uitputtend verhaal over ATAS en het KM ATAS-project zou een heel boek kunnen vullen. In dit verhaal worden daarom slechts enkele aspecten van het ATAS-project belicht. Het verhaal is opgesplitst in drie delen: de historie en toekomst van het ATAS-project binnen de KM, ATAS-technologieontwikkeling, en ATAS-inzet en integratie in het combat system. Getracht is om met deze opzet een inzicht te geven in de activiteiten die binnen de KM worden ontplooit met betrekking tot de technische en operationele aspecten van ATAS.

De historie en toekomst van het ATAS-project binnen de KM

Aan het einde van de jaren tachtig en begin van de jaren negentig werden we ons bewust van een gebrek in de onderzeebootdetectiecapaciteit. De nieuwe generatie onderzeeboten werd steeds stiller, de boten waren voorzien van een, op de frequentie van de meeste boegsonars, effectieve anechoïc coating, en onderzeeboten werden uitgerust met wapens en sensoren die een aanmerkelijk groter lanceerbereik mogelijk maakten dan voorheen het geval was. Op hetzelfde moment verscho-

ven onze interessegebieden van de open oceaan meer naar bruin (ondiep)watergebieden. De toenemende proliferatie van conventionele onderzeeboten en het asymmetrische karakter van de onderzeebootdreiging - van een gering aantal onderzeeboten kan een grote dreiging uitgaan voor veel schepen - zorgt met name in deze gebieden voor een toenemende dreiging. Daarnaast heeft de invoering van AIP invloed op het snuivergedrag van dieselelektrische (DE)-onderzeeboten hetgeen onvermijdelijk zal leiden tot een groter belang van akoestische detectiemiddelen. Er ontstond behoefte aan een sonar met een groot bereik niet alleen in diep maar met name in ondiep water. Deze behoefte komt in de momenteel in uitvoering zijnde Maritime Operations 2015 ASW studie als belangrijke tekortkoming naar voren. Het antwoord hierop is een ATAS. Binnen de MO 2015 studie wordt er dan ook vanuit gegaan dat de NATO-marines vanaf 2000 zullen beginnen met de invoering van ATAS-systemen.

Wat is een ATAS?

ATAS staat voor Active Towed Array System. Het systeem bestaat uit een gesleepte transducer, een towed array, een lier (meestal aangeduid met Winch and Handling Equipment (WHE)), en een verwerkings- en presentatiesysteem. Een ATAS kenmerkt zich door een zendfrequentie tussen de ca. 750 Hz en 3 kHz, en een pulslengte tussen de ca. 0,5 en 30 seconden.

Een dergelijke lage frequentie vereist een grote ontvanger die alleen gerealiseerd kan worden door gebruik te maken van een gesleept array. Door toepassing van een gesleept systeem kunnen de transducer en het ontvangstarray op een optimale diepte worden gesleept, waarbij een zo groot mogelijk gebied wordt bestreken. De lage zendfrequentie en het hoge vermogen van de zender geven het systeem een groot bereik. Een bijkomend voordeel is dat bij een lage zendfrequentie de anechoïc coating van onderzeeboten veel minder effectief is.

Waarom een ATAS en geen LFAS?

LFAS staat voor Low Frequency Active Sonar. Strikt genomen zijn alle laag frequente sonar systemen LFAS-systemen en is ATAS een fabrieksnaam voor het gesleepte 3 kHz sonarsysteem van Thomson (nu Thomson Marconi Sonar) en Baesema. Naast de namen LFAS en ATAS komen nog andere namen voor (zoals ACTAS, CAPTAS, LFTAS, ALFACTS en ALOFTS etc.) waarmee fabrikanten en overheden hun systemen proberen te onderscheiden van andere systemen. Van het eerste begin is bij de Koninklijke marine de naam ATAS in zwang geraakt en is deze naam sindsdien door alle fases die het project heeft doorgemaakt gehandhaafd.

Waarom niet een systeem met een nog lagere frequentie? Naar aanleiding van onderzoek dat de afgelopen jaren is verricht is gebleken dat in ondiep water een frequentie net boven de 1 kHz over het algemeen een betere performance geeft dan een systeem met een nog la-

gere frequentie. Daar komt nog bij dat systemen met een hele lage frequentie inherent groot en zwaar zijn. Het doel van een zeer laag frequent systeem is ook meer gericht op surveillance en minder op tactische inzet.

Waarop en wanneer?

De eerste aanzet tot de verwerving van ATAS voor de KM werd gedaan tijdens de voorbereidingen voor de CUP S-fregatten. Begin jaren '90 werd dit plan in de koelkast gezet en werd een nieuwe studie gestart om te zien hoe de KM de onderzeebootdetectiecapaciteit zou kunnen uitbreiden.

Dit resulteerde in de huidige plannen voor vier (4) ATAS-systemen aan boord van de M-fregatten. Het eerste systeem moet volgens planning in 2002 operationeel zijn. Alle M-fregatten krijgen „provisions for”. De M-fregatten die met een ATAS worden uitgerust behouden hun Anaconda. Hoewel beide systemen niet tegelijk gevoerd zullen kunnen worden, zal het in principe mogelijk zijn op zee te wisselen tussen Anaconda en ATAS.

Het onderzoekstraject voorafgaande aan de verwerving is zijn laatste fase ingegaan met het beproeven van een tweetal fabrieksconcepten a/b van Hr. Ms. Tydeman in het najaar van 1998. Volgens planning zou dit jaar (1999) worden begonnen met de verwerving van de operationele systemen. **Na het verschijnen van de recente Hoofdpijnennotitie is de financiering en daarmee de toekomst van het ATAS-project opnieuw onzeker geworden.**

Ontwikkelingen in de landen om ons heen

In de marines van de landen om ons heen wordt ook druk gewerkt aan de verwerving van ATAS-achtige systemen. Engeland, Duitsland, en Frankrijk zijn bezig met de ontwikkeling van ATAS (LFAS)-achtige systemen die na 2000 operationeel moeten worden. Sommige fabrikanten in deze landen en andere landen hebben reeds experimentele systemen ontwikkeld die nu verder wor-

den uitontwikkeld. Sommige fabrikanten hebben reeds een leverbaar systeem.

ATAS-technologie ontwikkeling

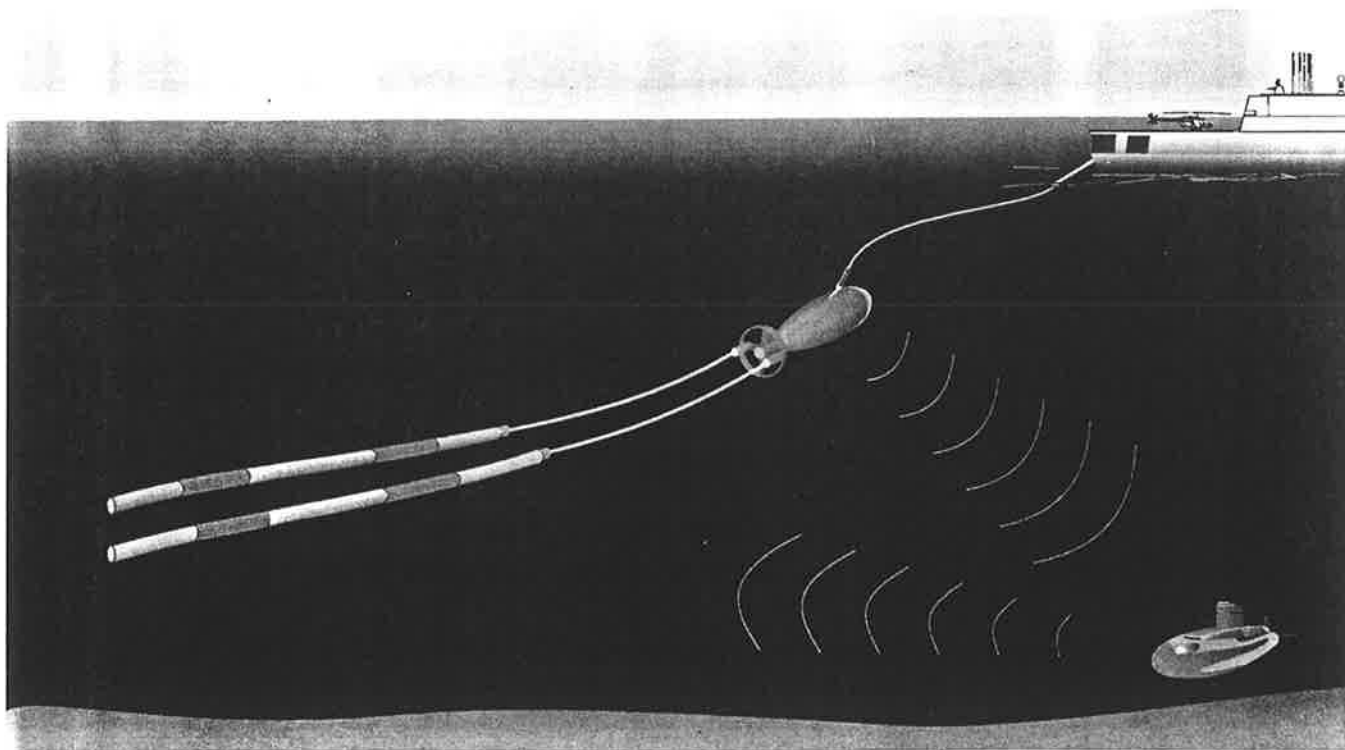
De laatste 10 jaar is en wordt nog steeds een enorme onderzoeksinspanning geleverd bij onderzoeksinstituten en de industrie om handelbare (laag frequent) active towed array systemen te ontwikkelen. Dat deze inspanning zijn vruchten afwerpt kan onder andere worden gezien aan het feit dat enkele jaren geleden sleeplichamen van 10 ton normaal waren. Tegenwoordig weegt een sleeplichaam ca. 1 ton. Ook op het gebied van de signaal processing worden goede resultaten geboekt, met name op het gebied van links/rechts onderscheid en reverberatie onderdrukking.

Om de KM in staat te stellen als „smart buyer” op te treden bij de verwerving van ATAS-systemen moet voldoende kennis en ervaring worden opgebouwd over de verschillende ATAS-(deel)systemen, die op de markt beschikbaar zijn of bij sonarindustrieën momenteel worden ontwikkeld. Voor de KM gebeurt dit hoofdzakelijk bij TNO-FEL. Tevens kan de opgebouwde kennis en ervaring in een later stadium worden aangewend om de KM te ondersteunen bij het operationele gebruik van de te verwerven systemen („smart user”). Hiertoe lopen verschillende onderzoeksprojecten waarvan een groot deel in internationaal verband wordt uitgevoerd omdat in andere landen een soortgelijke behoefte bestaat.

Het ALF onderzoek

Het LFAS-onderzoek is in Nederland in 1992 begonnen met de aanschaf en bouw van het experimentele ALF-systeem. Hoewel het ALF-systeem qua frequentie meer gericht was op diep water, zijn met dit systeem vele succesvolle beproevingen in diep en ondiep water uitgevoerd en is de basis gelegd voor verder onderzoek op van belang zijnde deelaspecten. Hieronder zullen de belangrijkste onderzoeksaspecten nader worden belicht.

ATAS met een twin line array



Direct links/rechts onderscheid

Momenteel worden technieken ontwikkeld om de peilingsdubbeltzinnigheid, die optreedt bij conventionele passieve arrays, te voorkomen. De arrays die worden toegepast in ATAS-systemen zullen in staat zijn om *direct links/rechts onderscheid* te maken. Door TNO-FEL worden momenteel de opties om e.e.a. te realiseren onderzocht. De belangrijkste opties zijn: cardioide arrays, twin line arrays, multiple line arrays, dipool sensor arrays, velocity sensor arrays, induced en natural snaking. Bij het twin line array zijn er verschillende vormen te onderkennen: vertikaal of horizontaal gesleepte arrays, terwijl ook de onderlinge afstand een cruciale rol speelt. Boven genoemde opties gaan uit van links/rechts onderscheid aan de ontvangende zijde. Links/rechts onderscheid kan echter ook aan de zendende zijde worden gemaakt door naar links of naar rechts uit te zenden.

Richtingsgevoelige arrays hebben naast voordelen ook nadelen. De stand van het arrays ten opzichte van elkaar en de draaiing in het array spelen een belangrijke rol. In een aantal concepten is het links/rechts onderscheid afhankelijk van de signaal-ruisverhouding en een juiste modellering van de ruis. Ook gaan optimale detectie en optimaal links/rechts onderscheid niet samen. Dit maakt het noodzakelijk meerdere bundelvormers te gebruiken, bij voorkeur parallel.

Bovengenoemde array principes openen bovendien de mogelijkheid naar driedimensionale bundelvormers. Hierin kan beter rekening worden gehouden met de omgeving.

Shape corrected beamforming

Een belangrijke beperking van de huidige conventionele passieve array's is gelegen in het feit dat gedurende manoeuvres van het sleepschip de bundelvorming zodanig degradeert dat eventueel contact met doelen wordt verloren. Pas geruime tijd na de manoeuvre, als het array weer volledig gestrekt is, kan opnieuw contact worden verkregen. Om deze beperking op te heffen wordt door

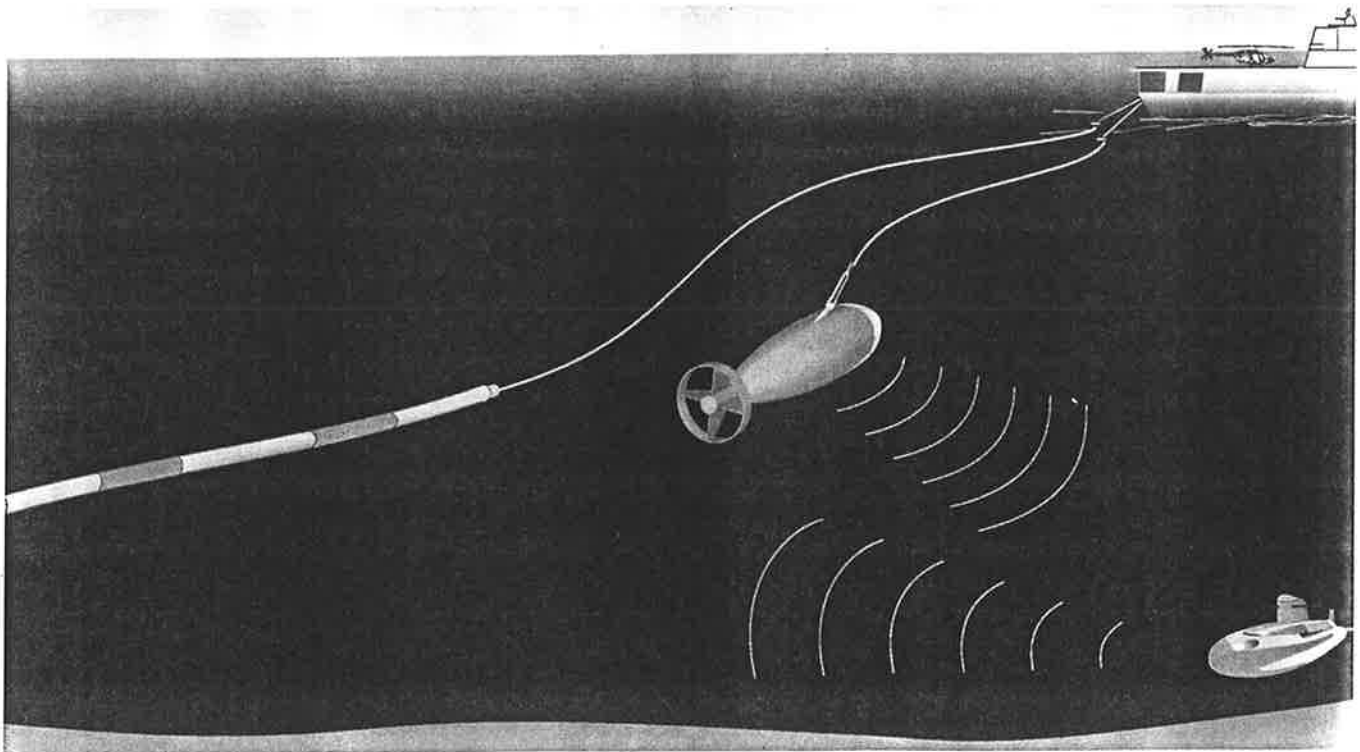
TNO-FEL aan „*shape corrected beamforming*” gewerkt. Met deze nieuwe techniek wordt de bundelvorming steeds aangepast aan de stand en vorm van het array van dat moment. Hierdoor is het mogelijk om ook tijdens manoeuvres contact te behouden of zelfs te verkrijgen. Het is verwachtbaar dat deze techniek in de nabije toekomst ver genoeg is uitontwikkeld om te worden toegepast.

Reverberatie onderdrukking

ATAS-systemen zullen o.a. worden ingezet in ondiep water. Omdat de actieve uitzendingen met hoog vermogen in ondiep water zeer veel reverberatie kunnen veroorzaken, waardoor doelsignalen niet meer worden gedetecteerd, wordt gewerkt aan technieken om de reverberatie zoveel mogelijk te onderdrukken. Daarnaast is met name bodemreverberatie een oorzaak van een groot aantal valse alarmen.

Een hoge *false alarm rate* en de reductie daarvan vraagt waarschijnlijk verreweg de meeste onderzoeksinspanning op dit moment. Het aantal alarmen moet voor de operator beheersbaar blijven en is als zodanig van groot belang voor de operationele bruikbaarheid van een sonar. Het onderzoek en de inspanning die op het gebied van *false alarm* onderdrukking wordt verricht is niet eenvoudig onder één noemer te brengen. Een aantal voorbeelden zal kort worden genoemd: het eenvoudigst en bekendst zijn correlatie met radar, correlatie met bekende objecten op en net onder de zeebodem, correlatie met passieve sonarinformatie, gebruik van links/rechts onderscheid en het gebruik van beweging van het doel ten opzichte van de zender/ontvanger of ten opzichte van de achtergrond, ook bij zeer langzame snelheden. Daarnaast wordt gewerkt aan onderzoek naar aanpassingen in alle onderdelen van het sonarsysteem van zender (o.a. speciale pulsen), tot ontvanger, tot alle stappen van de signaal processing (bundelvorming, detectie, classificatie, tracking) om valse alarmen te onderdrukken of te elimineren.

Een dual tow ATAS-systeem



Multistatische concepten

Als meerdere eenheden met een ATAS-systeem in eenzelfde gebied aanwezig zijn kan aanzienlijk operationeel voordeel worden behaald door slechts één systeem actief te laten zenden en de overige systemen alleen passief te laten, hierdoor kan o.a. de detectiekans worden verhoogd en blijft de verradsfeer voor de alleen ontvangende eenheden gering. Een dergelijk concept van één bron en meerdere ontvangers op verschillende posities wordt *multistatisch opereren* genoemd. Natuurlijk hoeft het hierbij niet alleen om ATAS-systemen te gaan, maar kan ook gedacht worden aan combinaties van ATAS met bijvoorbeeld ANACONDA, een 2026 towed array, NH-90 dipping sonars, sonoboeien van P-3C Orions (na de CUP), en dergelijke.

Om de passieve eenheden gebruik te kunnen laten maken van de actieve uitzendingen van een ander platform (de bron) moet een goed inzicht bestaan in de positie van de bron en het tijdstip van diens uitzendingen. Om dit te bereiken kan gedacht worden aan twee verschillende principes. Ten eerste kan de benodigde informatie via een radio- of „link“-verbinding worden doorgegeven. Dit sluit echter onderzeeboten als bruikbare passieve eenheden uit en vergt snelle en gestandaardiseerde communicatielijnen. Ten tweede kan de benodigde informatie worden verwerkt in het actief uit te zenden signaal zelf. Dit vergt echter zeer complexe signalen, die door het medium vervormd raken en daardoor voor de ontvanger lastig zijn te ontfangen.

Het concept van multistatisch opereren met alle technische problemen die dit met zich meebrengt is op dit moment in nationaal en internationaal verband onderwerp van onderzoek. Multistatisch onderzoek (inclusief trials) maken op dit moment een actief deel uit van het actief laag frequent sonaronderzoek. Het concept multistatische sonar heeft het potentieel op den duur uit te groeien tot een geïntegreerd sonarsysteem waarvan meerdere eenheden deel uitmaken.

ATAS-inzet en -integratie in het combat system

De bovengenoemde plannen en ontwikkelingen moeten binnen enkele jaren leiden tot de toevoeging van een waardevolle sonar aan de vloot. Het zou echter zeer tegen het concept van het M-fregat indruisen indien ATAS niet in het combat systeem zou worden geïntegreerd. Integratie levert een duidelijke meerwaarde.

Om ATAS op een doordachte manier in het combat systeem te integreren is reeds enige tijd een werkgroep werkwijzen ATAS (WWATAS) in het leven geroepen. Deze werkgroep denkt na over hoe we met een ATAS van plan zijn te gaan opereren en analyseert aan de hand hiervan welke consequenties het heeft voor de integratie in het combat systeem, de werkwijzen en de personele bezetting. Het hierna volgende deel geeft een uiteenzetting van de belangrijkste ideeën op dit gebied.

Het uitgangspunt voor operaties met ATAS-eenheden is het taakgroepconcept. Een taakgroep zal gemiddeld beschikken over 2 ATAS-eenheden, 2 Anaconda-eenheden en 2 Hull Mounted Sonar (HMS)-eenheden aangevuld met vliegende eenheden en onderzeeboten en andere eenheden. Om te kunnen bepalen hoe met een ATAS geopereerd kan en moet worden zijn verschillende sce-

nario's voor deze sensormix onderzocht. Daarbij zijn zowel de totale mix dan wel deelgroepen van 2 of 3 eenheden beschouwd. (Meer vooruitstrevende concepten waarbij gekeken wordt naar beveiliging van grote klusters van schepen van waaruit een complete vredesoperatie wordt ondersteund en multistatische concepten zijn hier voor de eenvoud buitenbeschouwing gelaten).

Dit onderzoek is de basis voor een concept werkwijze en een commandocentraleorganisatie. De concept werkwijze geeft vervolgens input aan de te ontwikkelen Man-Machine-Interface (MMI) van het M-fregat. Om tot een concept te komen wordt uitgegaan van vereiste/verwachte prestaties van een ATAS conform de stafeis. Daarnaast worden een vijftal operatie-uitgangspunten gebruikt die richtinggevend zijn voor het verdere ontwerp van de commandocentrale organisatie, de commandocentralewerkwijze en man-machine-interface.

a. Het passive/active combo. Het grote nadeel van passieve systemen is dat een onderzeeboot minder goed detecteerbaar wordt als deze minder en korter hogere vaart loopt. Het nadeel van actieve systemen is dat een onderzeeboot altijd eerder counterdetecteert dan dat hij gedetecteerd wordt. Dit geeft hem de gelegenheid contact te ontwijken. De gedachte achter de PASSIVE/ACTIVE COMBO's is dat er een dilemma optreedt bij de onderzeeboot in de zin van „can not run, can not hide“. Uiteraard is de uitvoering van dit concept afhankelijk van de heersende omstandigheden. Dit betekent dat de basis voor operaties door een passief/actief combo van een Anaconda-M-fregat en een ATAS-M-fregat wordt gevormd.

b. ASW/ASuW combinatie. Omdat oppervlakte-schepen deels onder en deels boven water aanwezig zijn is het bij groter wordende detectiebereiken en groeiende interesse-area's niet meer mogelijk de twee warfaretypes ASW en ASuW te scheiden. Ten aanzien van de inzet van long range sonars (bereik van 10 nm en meer) worden sonars dus beschouwd als een sensor voor zowel het oppervlaktebeeld als het onderwaterbeeld. Daarbij komt bovendien dat informatie uit het oppervlaktebeeld het onderwaterbeeld kan verduidelijken en vice versa. ATAS (en Anaconda) zal hoewel bedoeld voor ASW dus ook, afhankelijk van de soort operatie, voor ASuW kunnen worden ingezet. De ontwikkeling blijft echter primair op ASW gericht omdat er op dit gebied nauwelijks alternatieven zijn voor sonar. De werkwijze is daarom gebaseerd op het uitvoeren van gecombineerde ASW/ASuW beeldopbouw met een ASW- of een ASuW-opdracht als missie.

c. Intermittent SONAR-gebruik. Als de sonar gebruikt wordt om de druk op onderzeeboten te vergroten kan dat vaak nog beter door een actieve sonar intermitterend te gebruiken. Uiteraard moet een sonar die eerst zeer duidelijk actief gebruik wordt en vervolgens passief wordt ingezet wel over deze mogelijkheid beschikken. Het intermitterend sonargebruik wordt belangrijker naarmate het counterdetectiebereik, zoals bij ATAS, honderd mijl of zelfs meer kan zijn. De ATAS zal dan ook een (minimale) passieve capaciteit moeten hebben. De verhouding actief/passief gebruik is uiteraard weer afhankelijk van de omstandigheden. De passieve capaciteit is tevens aan

vullend bij het classificatieproces. De werkwijze zal daarom gebaseerd zijn op het gebruik van ATAS op een intermitterend wijze met volledig actief en volledig passief gebruik als uitersten.

d. Stapsgewijze data-verwerking. Omdat bij het toenemen van de detectieafstanden de hoeveelheid data minstens kwadratisch toeneemt bestaat het risico dat een operator ondersneeuwt in de datastroom. Omdat bovendien de sonarsignalen zeer dubbelzinnig van aard kunnen zijn is het van belang sonardata stapsgewijs om te zetten naar tactische informatie. Daarbij wordt de werklust verdeeld over meerdere operators. Op het M-fregat zijn dat 2 OB-operators en 1 OB-teamleider. Op de verschillende niveaus worden vragen opgelost als: *is het een onderzeebootachtig signaal, is het consistent, beweegt het, ligt het op de bodem, vaart het aan de oppervlakte, geeft het nog andere signalen af, heeft het een onderzeebootgedrag.* Uiteindelijk moet uit tientallen sonardetecties 1 of hooguit 2 onderzeeboten gevonden worden. Het ontwerp van de werkwijze en MMI-systemen gaat daarom uit van het verdelen van de werklust en de dataverwerking over 2 operators en 1 teamleider.

e. Flexibele inzet. Omdat het onmogelijk is alle denkbare scenario's uit te werken en de inzet en systeemontwerp daarop af te stemmen moeten de werkwijze en het systeem flexibel van opzet zijn. De inherente capaciteiten van het M-fregat kunnen hier worden gebruikt. Zo kan de „OB-batterij“ ingezet worden in „Close ASW“ (met gebruik van ATAS en HMS), bij de ondersteuning in een Scene of Action, in passief en actief ASW surveillance operaties, bij passief/actief sonarondersteunende ASuW operaties of bij ondersteuning van vliegende eenheden of eigen onderzeeboten. Het MMI-systeem wordt zodanig ontworpen dat snel en flexibele kan worden ingespeeld op veranderende tactische omstandigheden.

Om dat de kennis en ervaring van OB-operators in ASW/ASuW operaties van groot belang is voor succes-

volle inzet wordt bij het ontwerpen van tactieken, werkwijzen en het MMI-systeem getracht verder te bouwen op ervaringen die zijn opgedaan met huidige systemen. De manier van opereren wordt uiteraard bepaald door de specifieke omstandigheden ter plaatste en de eigenschappen van de sensor, maar er wordt heel bewust verder gebouwd op de filosofie achter de „look-and-feel“ van het ontwerp van de HMS- (PHS-36) en TAS- (Anaconda) functies op de huidige M-fregatten.

Tot slot

Met het onderzoek en beproevingen van de afgelopen jaren heeft de KM zoveel inzicht en expertise op het gebied van ATAS verkregen dat met vertrouwen de volgende stappen kunnen worden gemaakt: de verwerving van een aantal ATAS-systemen en het inpassen van de inzet van deze systemen binnen het operationele concept van de onderzeebootbestrijding.

Met de verwerving van ATAS zal de KM beschikken over een long range active sonar, die het detectiebereik ten opzicht van de huidige sonars aanmerkelijk zal vergroten. In ATAS zullen vrijwel zeker een aantal nieuwe technieken worden verwerkt (o.a. direct links/rechts onderscheid, geavanceerde bundelvormingstechnieken en nieuwe algoritmen en hulpmiddelen voor onderdrukking van reverberatie en classificatie) die tezamen met de integratie in het combat systeem de taak van de operator beheersbaar zullen houden.

Het invoeren van ATAS zal voor de KM dan ook een grote stap voorwaarts zijn. Het inpassen van de inzet van ATAS binnen het operationele onderzeebootbestrijdingsconcept zal echter de nodige ervaringsopbouw vergen; hier kan een parallel worden getrokken met de invoering van de passieve array systemen in de jaren tachtig. In deze ervaringsopbouw heeft de KM nu nog de kans hierin gelijk op te gaan met de invoering van ATAS bij andere marines. De te verkrijgen operationele ervaring is ook belangrijk als terugkoppeling voor het sturen van verder onderzoek en ontwikkeling. Dit zal zich met name zal richten op het multistatisch opereren en het verzamelen van ervaringsdata voor betere reverberatieonderdrukking en vals alarm beheersing.

!!!

Het onverhoopt opnieuw uitstellen van het ATAS-project heeft op ASW-gebied forse consequenties. Allereerst zal de KM voor langere tijd geconfronteerd blijven met de huidige tekortkomingen op het gebied van onderzeebootdetectie die in de toekomst verder zullen toenemen. Daarnaast zal het de KM grote moeite kosten om de opgebouwde kennis en expertise te kunnen handhaven. Het gebruikte experimentele ALF-systeem is versleten en achterhaald en zonder aanvullende gegevens vanuit een meer operationele setting zal de huidige kennis niet verder kunnen evolueren, het niveau van de kennis en de samenwerking met partners zal onvermijdelijk afnemen.

!!!