

# VLEUGELS VOOR NEDERLAND

Naar nieuwe partnerschappen voor  
de militaire lucht- en ruimtevaart





HCSS ondersteunt overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen met het inzichtelijk maken van de snel veranderende omgeving en het anticiperen op toekomstige uitdagingen.

This report is from the HCSS theme SECURITY. Our other themes are RESOURCES and GLOBAL TRENDS.

## SECURITY

HCSS identifies and analyzes the developments that shape our security environment. We show the intricate and dynamic relations between political, military, economic, social, environmental, and technological drivers that shape policy space. Our strengths are a unique methodological base, deep domain knowledge and an extensive international network of partners.

HCSS assists in formulating and evaluating policy options on the basis of an integrated approach to security challenges and security solutions.



## VLEUGELS VOOR NEDERLAND

*The Hague Centre for Strategic Studies (HCSS)*

ISBN/EAN: 978-94-92102-38-6

**Auteurs** Michel Rademaker, Willem Oosterveld, Rob de Rave, Reinier Bergema, Vincent Boers, Coen Coffeng, Myrthe van der Gaast, Dirk Starink (voormalig Bevelhebber KLu), Peter Wijninga (subject matter expert HCSS)

**Omslag** De HELLCAT: Heavy Lift Low Cost Autonomous Transporter, een ontwerp van studenten van de TU Delft

© 2016 *The Hague Centre for Strategic Studies* behoudt zich alle rechten voor. Geen enkel onderdeel van dit rapport mag gereproduceerd of gepubliceerd worden in welke vorm dan ook, in print, microfilm, fotografie, of op enig andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van HCSS. De rechten van alle foto's zijn voorbehouden aan hun respectievelijke eigenaars.

**Grafisch ontwerp** Studio Maartje de Sonnaville, Den Haag

**Drukwerk** De Swart, Den Haag

*The Hague Centre for Strategic Studies*

Lange Voorhout 16  
2514 EE The Hague  
The Netherlands

info@hcss.nl  
HCSS.NL

# VLEUGELS VOOR NEDERLAND

Naar nieuwe partnerschappen voor  
de militaire lucht- en ruimtevaart

*The Hague* Centre for Strategic Studies

# INHOUDSOPGAVE

<b>Management samenvatting</b>	<b>11</b>
<b>Inleiding</b>	<b>17</b>
A. Algemene introductie	17
B. Doelstelling	20
C. Klankbordgroep	21
D. Verantwoording	21
<b>1 Technologische omgeving</b>	<b>25</b>
A. Perspectief Defensie op technologische ontwikkelingen	30
B. Nieuwe technologische toepassingen	31
C. Overwegingen	35
<b>2 De veiligheidsomgeving</b>	<b>39</b>
A. Trends in gewapende conflicten	39
B. Consequenties luchtoptreden	40
C. De hedendaagse luchtmacht	45
<b>3 Nederlandse civiele &amp; militaire lucht- en ruimtevaartsector</b>	<b>51</b>
A. Introductie	51
B. Nederlandse lucht- en ruimtevaartkennis	53
C. Luchtvaartindustrie	56
D. Ruimtevaartindustrie	58
<b>4 Ambities van de luchtmacht</b>	<b>65</b>
<b>5 Ambities van de industrie</b>	<b>73</b>

<b>6 Samenwerkingsvormen</b>	<b>83</b>
A. Huidige samenwerking	83
B. Hoe clusters meerwaarde kunnen hebben	84
C. Criteria voor succes	86
D. Heroriëntatie van de sector en noodzaak tot samenwerking met niet-traditionele bedrijven	87
<b>7 Gezamenlijke programmering</b>	<b>95</b>
A. Betrokkenheid overheid	95
B. Innoveren en verwerven	96
C. Kansen en ambities	98
D. Financiering	102
<b>8 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>107</b>
A. Conclusies	107
B. Aanbevelingen	109
<b>Bijlage 1 Clusters in de lucht- en ruimtevaartindustrie in Nederland</b>	<b>111</b>
<b>Bijlage 2 Klankbordgroep en interviews</b>	<b>117</b>
<b>Bijlage 3 Financiële instrumenten</b>	<b>121</b>
<b>Bijlage 4 Definities</b>	<b>123</b>
<b>Eindnoten</b>	<b>129</b>

# MANAGEMENT SAMENVATTING

# MANAGEMENT SAMENVATTING

De onrust in de wereld brengt veranderingen in het militair-strategische domein met zich mee waardoor de vraag vanuit het ministerie van Defensie evolueert, en aanbiedende partijen – de industrie – hierop moet (kunnen) inspelen. Wat vaststaat is dat Defensie als zwaarmacht niet zal verdwijnen. Tegelijkertijd moet zij zich wel zodanig aanpassen aan de omstandigheden dat het uitoefenen van de zwaarmacht ook in de toekomst op een relevante en effectieve wijze wordt gedaan. Om deze wisselwerking te bestendigen is het noodzakelijk om tot versterkte of nieuwe vormen van samenwerking in de sector te komen. Niet alleen komt dit de militaire c.q. luchtmachtcomponent in Nederland ten goede, maar ook de lucht- en ruimtevaart-industrie in Nederland als geheel.

De lucht- en ruimtevaartindustrie zal door de toenemende welvaart en de opkomst van de middenklasse onstuimig blijven groeien, en vormt tevens een basiscomponent voor economische ontwikkeling en voorspoed. Hoewel de Nederlandse industrie een sterke positie heeft is constante reflectie op haar internationale concurrentiepositie nodig. De rol van de Koninklijke Luchtmacht en de technologische ontwikkelingen en behoeften in de militaire lucht- en ruimtevaart zijn hierbij van belang. Technologische ontwikkelingen in de militaire lucht- en ruimtevaart hebben immers traditioneel een belangrijke impact gehad op ontwikkelingen in de sector als geheel.

Het doel van dit project is het vaststellen en uitdragen op welke wijze de lucht- en ruimtevaartsector zich in samenspraak met de luchtmacht sterker kan opstellen en positioneren om de strategische waarde van deze industrie voor de Nederlandse economische en veiligheidsbelangen te versterken. De luchtmacht heeft behoefte aan een sterke lucht- en ruimtevaartsector. Daarin wil zij optreden als *innovation lead* en *launching customer* op die terreinen waar zij operationele behoeften heeft en de industrie kansen ziet om ook internationaal hiermee business te kunnen doorontwikkelen.



Het uitgangspunt van dit rapport sluit aan op de doelstelling van de meest recente Defensie Industrie Strategie (DIS) uit 2013. 'De DIS is erop gericht vanuit de operationele belangen en behoeften van Defensie, de Nederlandse Defensie- en Veiligheidsgerelateerde Industrie (DVI) en kennisinstellingen zo te positioneren dat zij een hoogwaardige bijdrage aan de Nederlandse veiligheid kunnen leveren. Daarmee kunnen zij ook op de Europese en internationale markt en in toeleveringsketens competitief opereren.'<sup>1</sup> Dit uitgangspunt is niet zomaar gekozen, maar komt voort uit de overtuiging dat de Defensieorganisatie als geheel mee moet gaan in grote aanstaande transformaties in het veiligheidsecosysteem. Leidend hierbij zijn nieuwe technologische ontwikkelingen rondom robotica, *3D-printing*, *hypervelocity*, composieten, *big data* analyse etc. Deze ontwikkelingen zijn voor de luchtmachtcrachten cruciaal om op termijn het verschil te kunnen maken, en wanneer slim toegepast tot paradigmaverschuivingen leiden voor zowel het militair optreden als de wijze waarop de lucht- en ruimtevaartindustrie zich rondom deze thema's organiseert.

Uit analyses blijkt dat de huidige Nederlandse luchtmachtcrachten vooral op tactisch gebied goed zijn ontwikkeld. Het wapenpakket is breed inzetbaar maar vertoont een tekortkoming op het gebied van lange afstand precisiewapens. Voor luchttransport geldt eigenlijk alleen een gebrek aan onder alle omstandigheden gegarandeerde (eigen) strategische luchttransportcapaciteit. Op ISR en C2<sup>2</sup> gebied zijn er voornamelijk tekorten op operationeel en strategisch niveau. Het geheel ontbreken van een *space-based* ISR-capaciteit en het uitstellen van de aanschaf van een MALE UAV<sup>3</sup> zijn daarvoor een belangrijk deel debet aan.

Als een van de weinige kleinere landen beschikt Nederland echter nog steeds over de unieke integrale systeemkennis die nodig is voor de vliegtuigbouw. Daarnaast loopt Nederland voorop in de toepassing van lichtgewicht composietmaterialen in de lucht- en ruimtevaart, bewegende vliegtuigdelen, onderstellen en elektrische bekabeling. In de ruimtevaart heeft Nederland een goede naam bij het ontwikkelen en produceren van satellietssystemen, zonnepanelen en robotica. De opgedane *know-how* in de kennisinstellingen in eigen land en via internationale verbanden is toepasbaar in zowel de militaire en civiele luchtvaartindustrie en komt uiteindelijk ook de gebruikers van de lucht- en ruimtevaart ten goede.

De financieringsconstructies die momenteel in Nederland beschikbaar zijn, missen grotendeels specifieke op de lucht- en ruimtevaart gerichte instrumenten. Dit in tegenstelling tot andere concurrerende landen. Het betreft een veelheid aan kleine fondsen. Hierdoor is voor steeds andere fasen van kennis en productontwikkeling een ander instrumentarium nodig met andere condities en administratieve vereisten.

De ambities van zowel de luchtmacht als de industrie zijn de laatste jaren uiteen gelopen. Daar waar de industrie vooral efficiëntie en volumevergroting nastreeft met een focus op maakindustrie, is er bij de luchtmacht behoefte aan nieuwe sensoren, onbemande systemen en intelligente data-analyse. Dit blijkt ook uit de organisatie van de sector. Veel clusters, projectorganisaties en handelsbevorderende samenwerkingsverbanden zijn hierop gericht en veel minder op het integreren van nieuwe bedrijven buiten de traditionele lucht- en ruimtevaartindustrie.

Dit is een ontwikkeling die noch voor de industrie, noch voor de luchtmacht op termijn voordelig is, en vergt een andere manier van kijken naar relaties tussen de sector en de luchtmacht waarbij een grotere groep van deels niet-traditionele partners wordt meegenomen. Dit betekent dat innovatie en productie moeten gaan plaatsvinden vanuit een systeemintegratie-gedachte waarbij bemande en onbemande platformen, sensoren en dataverwerking naadloos in elkaar overlopen. Dit idee is ingegeven vanuit een aantal trends:

- Defensie en daarmee de luchtmacht worden meer informatiegestuurde organisaties.
- Technologische ontwikkelingen zoals miniaturisering en robotisering dwingen tot nauwere afstemming tussen bouwers van platforms, sensoren en dataverwerkers.
- Niet-kinetische inzet van de luchtmacht wordt belangrijker in moderne oorlogsvoering.
- Defensie wil in plaats van reactief meer preventief kunnen optreden en duurzame vrede en veiligheid kunnen bevorderen.
- Nieuwe toegevoegde waarde moet worden gehaald uit verdere innovatieve systeemintegratie en informatieverwerking en sturing daarop. De huidige lucht- en ruimtevaartmaakindustrie kan haar positie verstevigen door meer met kennisinstellingen en voor haar niet-traditionele partijen samen te werken. Hierdoor kunnen ook spillover-effecten worden gestimuleerd voor de maakindustrie.

Kort samengevat: het meebewegen met technologische trends en veranderingen in het veiligheidsdomein is geen keuze, maar een noodzaak voor alle betrokken partijen. Zonder hoogwaardige technologie zal Defensie en de luchtmacht haar taken in de toekomst niet adequaat kunnen uitvoeren. Tegelijkertijd zal de luchtvaartindustrie als partner voor Defensie minder interessant worden als deze achterblijft qua integratie van nieuwe technologieën. Een consequentie hiervan is dat moet worden nagedacht over nieuwe samenwerkingsverbanden en aangepaste financieringsinstrumenten.

Dit vraagt om heroriëntatie van de volgende zaken:

- 1) Consolidatie van bestaande clusters is noodzakelijk om de sector als zodanig een sterker profiel te geven;
- 2) Er lijkt behoefte aan de creatie van nieuwe structurele samenwerking tussen Defensie, de relevante kennisinstellingen en de lucht- en ruimtevaartindustrie, samen met bouwers van sensoren, bedrijven in de dataverwerking, onbemande systemen en de vele andere nieuwe technologieën die voor de luchtmacht relevant zijn.
- 3) De huidige ingewikkelde en langdurige verwervingsprocedures die door de overheid moeten worden gehanteerd dragen niet voldoende bij aan de ontwikkeling en innovatie van de sector, en evenmin aan de tijdige invulling van de behoeftes van Defensie.
- 4) Defensie zal op langere termijn niet zozeer materieel in beheer hebben maar extern willen inhuren en diensten afnemen.
- 5) Er zal overwogen moeten worden om, net als in andere landen en zoals in het recente verleden gebeurde, weer specifieke programmatische financiering op te zetten.
- 6) Bezie de mogelijkheid als ministerie van Economische Zaken (EZ), samen met de Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen<sup>4</sup> en Netherlands Space Office (NSO) om als onafhankelijk intermediair een rol te nemen in het bijeenbrengen van partijen en zorg te dragen voor het aanjagen en realiseren (tot stand brengen) van substantiële ontwikkelingsprojecten op nationale schaal, met deelname van het brede regionale bedrijfsleven.

Partijen zouden een gezamenlijke langetermijnpropositie kunnen formuleren zodat Defensie haar toekomstige behoeftes beter vorm kan geven en die de industrie toekomstzekerheid en meer innovatiekracht biedt. Hiermee kan de Nederlandse industrie zich deels van een *offset*-markt naar een binnenlandse markt ontwikkelen en haar exportpositie en profiel verder versterken, mede door het *launching customership* van de Nederlandse overheid, en zo een stevige(re) positie op de internationale markt verwerven en behouden.

# INLEIDING

A. Algemene introductie	17
B. Doelstelling	20
C. Klankbordgroep	21
D. Verantwoording	21

# INLEIDING

## A. Algemene introductie

De onrust in de wereld brengt veranderingen in het militair-strategische domein met zich mee waardoor de vraag vanuit het ministerie van Defensie evolueert, en aanbiedende partijen – de industrie – hierop moet (kunnen) inspelen. Om deze wisselwerking te bestendigen is het noodzakelijk om tot versterkte of nieuwe vormen van samenwerking in de sector te komen. Niet alleen komt dit de militaire in het bijzonder de luchtmachtcomponent in Nederland ten goede, maar ook de lucht- en ruimtevaartindustrie in Nederland als geheel.

De lucht- en ruimtevaartsector omvat, afhankelijk van hoe de sector wordt afgebakend, een groot aantal bedrijven en kennisinstellingen: luchtvaartmaatschappijen, luchthavens met toeleverende bedrijven, luchtverkeersleiding, aerospace-industrie, toeleveranciers aan vliegtuig-, ruimtevaartuig- en motorenbouwers, onderhoudsbedrijven, kennisinstellingen, universiteiten, de militaire- en politieluchtvaart en de leveranciers en gebruikers van satellietinformatie.

De lucht- en ruimtevaartindustrie maakt wereldwijd enorme ontwikkelingen door, en alleen al door de groei van de wereldbevolking zal de vraag naar producten en diensten van deze industrie verder toenemen. Deze industrie vormt tevens een basiscomponent voor economische ontwikkeling en voorspoed. De toenemende welvaart in de wereld en de daarbij horende groei van de middenklasse maakt dat het gebruik van lucht- en ruimtevaartdiensten en -producten voor steeds grotere groepen binnen handbereik komt. Ook technologisch zijn er veel ontwikkelingen die een efficiënter en goedkopere inzet van producten en diensten mogelijk maakt. Deze ontwikkelingen samen verklaren voor een belangrijk deel de onstuimige groei. De Nederlandse lucht- en ruimtevaartindustrie draait hierin mee en beschikt met haar kwaliteiten over belangwekkend potentieel. Dit potentieel kan verder worden uitgebouwd. Een belangrijk component hierbij is de rol van de Koninklijke Luchtmacht.

Tot medio jaren '90 van de vorige eeuw beschikte Nederland ook over een zelscheppende luchtvaartindustrie, voornamelijk gevormd door Fokker en aan Fokker gelieerde bedrijven. Deze lucht- en ruimtevaartsector of -cluster, hoewel niet meer zelscheppend, bestaat nog steeds in gewijzigde vorm. Na het faillissement van Fokker in 1996, zijn meerdere delen van Fokker zelfstandig en onder andere namen doorgegaan of overgenomen door bestaande bedrijven. Het lucht- en ruimtevaartcluster in Nederland is inmiddels weer een redelijk gezonde tak van industrie, maar omdat deze niet meer rondom een grote, zelscheppende speler is georganiseerd, is zij minder zichtbaar. Een deel van het lucht- en ruimtevaartcluster heeft zich gespecialiseerd in onderhoud aan luchtvaartuigen, een ander deel neemt als partner of toeleverancier deel aan veelal buitenlandse projecten. In tegenstelling tot het marinebouwcluster kent het lucht- en ruimtevaartcluster geen structurele organisatiegraad en onderhoudt het geen structurele banden met defensie of de luchtmacht. Anders gezegd: de overheid maakt geen deel uit van het cluster.

Toen de Nederlandse regering in 2002 besloot mee te doen aan de ontwikkelingsfase van de Joint Strike Fighter – inmiddels F-35 Lightning II geheten – deed zich opnieuw een wijziging voor. Omdat meedoen aan de ontwikkeling van de F-35 ook uitzicht bood op industriële participatie, organiseerden diverse Nederlandse luchtvaartbedrijven zich in het *Netherlands Industrial Fighter Aircraft Replacement Platform*, NIFARP. Gelet op de gedeelde belangen ontstond er vanaf 2002 wel een nauwere relatie tussen Defensie en de bij het NIFARP aangesloten bedrijven. Binnen het NIFARP is het deel van Fokker dat in 1996 door Stork is overgenomen de grootse speler. Dat deel presenteert zich inmiddels ook weer als 'Fokker Technologies Holding BV'.

Er is dus weliswaar een industrieel cluster ontstaan waaraan de overheid deelneemt, maar slechts georganiseerd rond één project, waarvan het bestaan eindig is. Daarmee ondersteunt dit cluster het regeringsbeleid, dat zich richt op het versterken van kennis en innovatie als sleutel tot een moderne en betaalbare Defensieorganisatie en op het versterken van de concurrentiekracht op de internationale markt, slechts ten dele en alleen voor de duur van het F-35 project. Het ontbreekt voor de langere termijn aan een toekomstvisie, waardoor meer uitzicht zou kunnen ontstaan op een duurzame en wederzijds voordelige relatie tussen Defensie en het lucht- en ruimtevaartcluster.

Technologische ontwikkelingen in de militaire lucht- en ruimtevaart hebben immers traditioneel een belangrijke impact gehad op ontwikkelingen in de sector als geheel. Deze liggen binnen de informatie- en cyberdimensies (de 4<sup>e</sup> en 5<sup>e</sup> dimensies) en tal van potentieel disruptieve technologische ontwikkelingen. Ook op deze vlakken

hebben Nederlandse bedrijven veel toe te voegen. Echter, hiervoor ontbreekt gestructureerde of zelfs genetwerkte samenwerking tussen de meer traditionele actoren in de lucht- en ruimtevaartindustrie en partijen die deze nieuwe technologieën vandaag de dag toepassen. Dit zijn redenen voor het ministerie van Defensie, en specifiek de Nederlandse luchtmacht, om onderzoek te laten uitvoeren naar de strategische waarde van de lucht- en ruimtevaartsector, technologische vernieuwingen met militaire impact en hoe deze te verenigen zijn met Nederlandse veiligheids- en economische belangen.

### **Focus van het onderzoek**

Het uitgangspunt van dit rapport sluit aan op de doelstelling van de meest recente Defensie Industrie Strategie (DIS) uit 2013. Deze 'is erop gericht om, vanuit de operationele belangen en behoeften van Defensie, de Nederlandse Defensie- en Veiligheidsgerelateerde Industrie (DVI) en kennisinstellingen zo te positioneren dat zij een hoogwaardige bijdrage aan de Nederlandse veiligheid kunnen leveren. Daarmee kunnen zij ook op de Europese en internationale markt en in toeleveringsketens competitief opereren.'<sup>5</sup> Daarnaast stelt de DIS dat '[w]at innovaties betreft (...) de behoefte van Defensie zich niet [beperkt] tot de hierboven genoemde prioritaire technologieën. Een voorbeeld is de behoefte aan innovatie op energiesystemen. Vergroening en verduurzaming van deze systemen zijn belangrijk voor het verminderen van operationele afhankelijkheden en kwetsbaarheden maar ook vanwege milieu-regelgeving.'<sup>6</sup> Ook nieuwe technologische ontwikkelingen rondom robotica, kustmatige intelligentie, *3D-printing*, *hypervelocity*, nanotechnologie, composieten, miniaturisatie, *big data* analyse en non-kinetische wapens etc. zijn voor de luchtmacht cruciaal om op termijn het verschil te maken, en wanneer slim toegepast, mogelijk tot paradigmaverschuivingen kan leiden zowel voor het militair optreden als de wijze waarop de lucht- en ruimtevaartindustrie zich rondom deze thema's organiseert.

Voor de luchtmacht is het van belang dat zij voor haar huidige en toekomstige optreden ook behoefte heeft aan een sterke en innovatieve lucht- en ruimtevaartsector. Daarin wil zij optreden als *innovation lead* en *launching customer* op die terreinen waar zij operationele behoeften heeft en de industrie kansen ziet om ook internationaal hiermee business te kunnen door ontwikkelen. In deze sector wordt veel in clusters samengewerkt. Clustersamenwerking is niet een doel op zich, maar is gedreven door de noodzaak om aan continue ontwikkeling te doen. Hierbij is dan ook constante interactie nodig tussen alle partners in de waardeketen. De analyses wijzen uit dat er behoefte is aan andere vormen van samenwerking, tussen traditionele en niet-traditionele partijen en meer kort-cyclische ontwikkeling van producten en diensten. In

deze studie wordt ingegaan waarom dit nodig is en welke soorten partijen met elkaar zouden moeten gaan samenwerken maar vooral ook hoe nieuwe partijen die wellicht traditioneel niet specifiek met lucht- en ruimtevaarttoepassingen bezig zijn, nieuwe functionaliteit aan bestaande en nieuwe platformen kunnen toevoegen. Ook is daarbij belangrijk om vast te stellen wat de toegevoegde waarde van een sterke relatie tussen de lucht- en ruimtevaartsector enerzijds en de Nederlandse luchtmacht anderzijds is, en de wijze waarop dat belang kan worden bestendig of uitgebouwd.

Een andere ontwikkeling hierbij is in hoeverre het landschap van clusters kan worden herzien, maar ook welke nieuwe vormen van samenwerking kunnen worden opgezet. Zeker in een sector waar informatie en diensten steeds belangrijker worden is een genetwerkte vorm van samenwerken meer voor de hand liggend. Dit zou ook in de lucht- en ruimtevaartsector verder kunnen worden ontwikkeld, zelfs als de behoefte aan hardware producten zal blijven bestaan. Naast het ontwikkelen van nieuwe samenwerkingsvormen gaat het ook om het meer adaptief maken van de Defensieorganisatie zelf. In vergelijking met overheidsorganen, is het bedrijfsleven vaak beter in staat om op nieuwe ontwikkelingen te reageren of er zelfs op te anticiperen dan overheidsorganisaties. En het mag wellicht ironisch heten dat juist een organisatie waarvan in de toekomst de grootste reactiesnelheid zal worden verwacht – Defensie – meer hiërarchisch is georganiseerd dan welk ander ministerie dan ook. Het feit dat Defensie – en daarbinnen de CLSK – zich hiervan bewust is, is een eerste stap op weg naar het ontwikkelen van een plattere organisatie die zich sneller kan aanpassen aan de veranderende werkelijkheid. De belangrijkste constatering is dat er sprake is van:

- Afnemende houdbaarheid van technologie en steeds snellere innovatiecyclus.
- Verschuiving van het belang van wapensystemen naar verbeterde informatiepositie.
- Afnemend belang van materieel in eigen beheer hebben naar het gebruik van services.
- Noodzaak tot omvorming van gesloten naar open innovatiesystemen.
- Noodzaak tot nieuwe vormen van verwerving die snelle innovatie toelaten.
- Meer participatieve vormen van samenwerking: van klanten naar partners.

## **B. Doelstelling**

De luchtmacht heeft behoefte aan een sterke lucht- en ruimtevaartsector. Daarin wil zij optreden als *innovation lead* en *launching customer* op die terreinen waar zij operationele behoeften heeft en de industrie kansen ziet om ook internationaal hiermee business te kunnen door ontwikkelen. Steeds meer nieuwe technologische ontwikkelingen lijken een paradigmashift te kunnen gaan veroorzaken voor zowel de



industrie als de luchtmacht. Hiervoor moet onder andere worden bepaald wat de complementaire ambities van beide stakeholders zijn. Hierbij is het van belang dat het draagvlak voor een sterke relatie tussen de lucht- en ruimtevaartsector enerzijds en de Nederlandse luchtmacht anderzijds – met voordelen voor beide kanten – wordt versterkt.

Het doel van dit project is het vaststellen en uitdragen op welke wijze de lucht- en ruimtevaartsector zich in samenspraak met de luchtmacht sterker kan opstellen en positioneren om de strategische waarde van deze industrie voor de Nederlandse economische en veiligheidsbelangen te versterken.

### **C. Klankbordgroep**

Gedurende het project zijn de inzichten en resultaten getoetst met een klankbordgroep. Binnen deze klankbordgroep hebben vertegenwoordigers van de verschillende stakeholders in Nederland aangegeven zich actief te willen inzetten om de beoogde doelstellingen uit deze rapportage te helpen bewerkstelligen. We zijn hen daar zeer erkentelijk voor. Tegelijkertijd is ook de constatering dat binnen de klankbordgroep zeer verschillende stakeholders die zich niet per definitie met lucht- en ruimtevaart als zodanig bezig houden ontbreken. Dit komt deels omdat zij niet op vergelijkbare wijze zijn georganiseerd of we hen niet goed konden identificeren.

Tevens zijn met diverse stakeholders interviews gehouden. Zie hiervoor de bijlage Klankbordgroep en interviews.

### **D. Verantwoording**

Voor de opzet en de uitvoering van deze rapportage is gebruik gemaakt van interviews met stakeholders, desk research, externe experts, de adviezen van de klankbordgroep en een met hen samen uitgevoerde carousel waarin we ideeën, suggesties en inhoudelijk onderwerpen hebben besproken alsmede een ruime hoeveelheid literatuur, beleidsdocumenten, papers, economische analyses van de EU, bedrijven en instituten en anderen en expertkennis van het projectteam.

# 1 TECHNOLOGISCHE OMGEVING

A. Perspectief Defensie op technologische ontwikkelingen	30
B. Nieuwe technologische toepassingen	31
C. Overwegingen	35

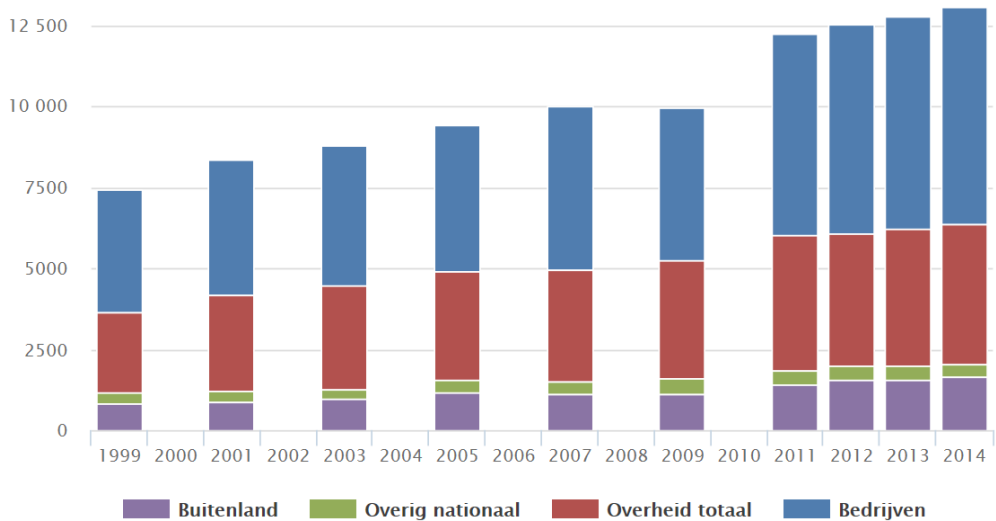
# 1 TECHNOLOGISCHE OMGEVING

## Introductie

De snelheid van technologische ontwikkelingen zal in de 21e eeuw steeds verder toenemen, een proces waarvan ook de lucht- en ruimtevaartindustrie de gevolgen van zal ondervinden. De verdere ontwikkeling van het internet, kunstmatige intelligentie en miniaturisering zijn slechts enkele gebieden die ons leven ingrijpend veranderen. Het is de verwachting dat de relatief traditioneel georganiseerde lucht- en ruimtevaartindustrie niet immuun zal blijven voor dit soort disruptieve technologische ontwikkelingen en nieuwe spelers. De opkomst van nieuwe commerciële partijen in de ruimtevaart en de explosieve groei van onbemande vliegtuigjes op de consumentenmarkt zijn hiervan markante voorbeelden.

Opvallend is daarbij dat technologische ontwikkeling, vooral op het gebied van computer hardware en kunstmatige intelligentie, zich exponentieel lijkt te voltrekken. Deze technologie zal naar verwachting ook een steeds groter effect gaan hebben op de snelheid van ontwikkelingen in de luchtvaart. De opkomst van producten en technologieën die op grote schaal de markt verstoren en in die zin 'disruptief' zijn, volgt steeds korter op elkaar. Het tempo van deze innovatie gedurende de afgelopen vijftig jaar is grofweg een afgeleide van Moore's Law.<sup>7</sup> Alhoewel anno 2016 het einde van Moore's Law wel in zicht lijkt, wijzen specialisten naar de ontwikkeling van *quantum-computing* en de rekenkracht van de *cloud* als alternatieve manieren om de exponentiële vooruitgang voort te zetten.<sup>8</sup>

Om competitief te blijven moet de lucht- en ruimtevaartindustrie inspelen op de laatste ontwikkelingen in de samenleving; constante innovatie is hiervoor essentieel.



TABEL 1: ONTWIKKELING R&D UITGAVEN IN NEDERLAND NAAR FINANCIERINGSBRON (IN MLN)<sup>9</sup>

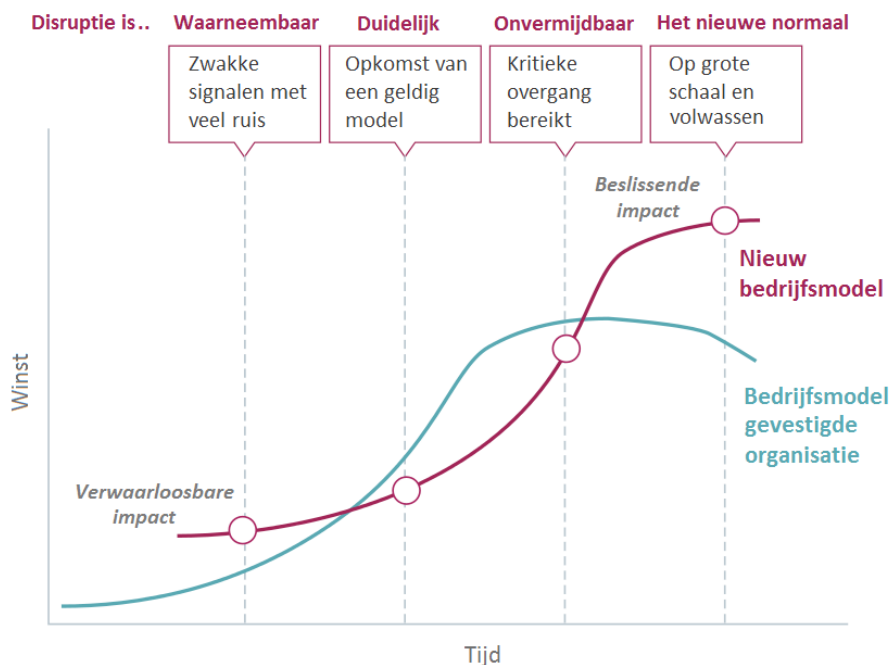
Om goed te begrijpen hoe de lucht- en ruimtevaart industrie met deze nieuwe technologische ontwikkelingen moet omgaan, is het belangrijk om te kijken naar de diverse vormen van innovatie. Een veelgebruikt onderscheid betreft de impact van innovatieprocessen, waarbij een onderscheid gemaakt kan worden tussen incrementele en radicale innovatie of *sustaining* en disruptieve innovatie<sup>10</sup>. Zowel incrementele als *sustaining* innovatie kenmerkt zich door constante kleine aanpassingen ter verbetering van de bestaande producten en diensten. Radicale en disruptieve (ontwrichtende) innovatie is daartegenover in staat om in een korte tijd een dominante positie in een (nieuwe) markt te veroveren ten koste van de gevestigde partijen. Disruptieve technologie kan zowel positieve als negatieve consequenties meebrengen. Zo kan nieuwe technologie zowel faciliterend zijn (auto, mobiel, e-learning) als een nieuwe dreiging vormen (verlies privacy, censuur).

Volgens de auteurs achter de disruptieve innovatietheorie komt disruptie vaak van kleine spelers die met weinig middelen erin slagen te concurreren met sterk geregeerde partijen. In tegenstelling tot de gevestigde organisaties, waar het verbeteren van producten en diensten voorop staat, weten toetreders de behoeftes van klanten in nieuwe en vaak minder winstgevende segmenten te vervullen. Door de opkomst van de disruptieve technologie worden traditionele verdienmodellen volledig

ontwricht, en ontstaat er onder de gevestigde partijen een grote noodzaak om zelf ook te innoveren. Enkele voorbeelden van disruptieve technologie betreft de opkomst van de pc, het internet, 3D-printers en geavanceerde robots. Op het gebied van de ruimte- en luchtvaart zal disruptieve innovatie voornamelijk plaatsvinden door het ontstaan van nieuwe spelers (bijv. SpaceX, Google), en technologische ontwikkelingen (nanotechnologie) ter verbetering van de lucht- en ruimtevaart materiaal.

Over het algemeen komt disruptieve technologie maar zelden van de gevestigde partijen. Vanwege de grote risico's die radicale of disruptieve technologie met zich meebrengt, zijn grote organisaties, waaronder de lucht- en ruimtevaart sector, vaak terughoudend met het ontwikkelen en implementeren van disruptieve technologie. Deze terughoudendheid heeft vooral te maken met de grote risico's die de activiteiten van de lucht- en ruimtevaart in zichzelf al met zich meebrengen gegeven de hoge kosten en veelal afwezigheid om correcties aan te brengen tijdens het proces. Veranderingen in de sector – waaronder innovatie – zijn vaak incrementeel en gericht op het verbeteren van al bestaande producten en diensten.

Omdat nieuwe spelers in een relatief korte tijd de markt kunnen ontwrichten, moeten gevestigde organisaties hun ogen niet sluiten voor disruptieve innovatie. De ondergang van gevestigde bedrijven en organisaties vindt vaker plaats als gevolg van een gebrek aan, dan door een overvloed aan innovatie. Een belangrijke voorwaarde om als gevestigd bedrijf of organisatie te kunnen overleven in tijden van disruptieve ontwikkelingen is de mate waarin afstand genomen kan worden van bestaande denken en handelspatronen. De gevestigde organisatie moet niet alleen toekomstige trends goed in het vizier hebben maar ook bereid zijn om erop te reageren voordat het te laat is. Ondanks dat disruptieve technologie vaker van nieuwe spelers komt, betekent dit echter niet dat gevestigde organisaties niet meer kunnen inspelen op nieuwe trends.



<b>Actie gevestigde organisatie</b>	<b>Helderheid</b>	<b>Actie</b>	<b>Versnelling</b>	<b>Aanpassing</b>
Gedeelde barrière	Onvoldoende zicht	Pijn vermijden	Traagheid	Aansluiting

FIGUUR 1 DISRUPTIES KOMEN VAAK NIET VAN GEVESTIGDE PARTIJEN. ONBEMANDE LUCHTVAART EN MINIATUUR RUIMTEVAART KUNNEN WEL EENS DEZE DISRUPTORS ZIJN.<sup>11</sup>

In figuur 1 worden vier verschillende fases van disruptie weergegeven met de bijbehorende acties voor gevestigde organisaties. Zoals zichtbaar in figuur 1 zijn er verschillende momenten waarop gevestigde spelers acties kunnen nemen ten aanzien van disruptieve innovatie. Hier geldt echter wel: hoe later in het proces, hoe radicaler de acties dienen te zijn. Ten tijde van disruptie wordt de gevestigde organisatie (blauwe lijn) onderaan de S-curve geconfronteerd met een nieuw business model (paarse lijn). In deze eerste fase is er een aantal zwakke signalen aanwezig die wijzen op een mogelijke verandering van de markt. Vanwege grote onzekerheid over de potentiële bedreiging van de trend, hebben gevestigde spelers moeite om er correct op te reageren. Het overgrote deel van de organisaties zal zich afwachtend gedragen, en pas later actie ondernemen. De uitdaging tijdens deze fase is om te achterhalen welke trends genegeerd moeten worden en op welke trends actie moet ondernomen worden.

In de tweede fase begint de trend steeds meer vorm te krijgen en ontstaat er onder de gevestigde organisaties een besef van urgentie om nieuwe technologische ontwikkelingen toe te passen. In deze fase is het cruciaal dat de gevestigde organisaties met nieuwe initiatieven komen om toe te treden tot de nieuwe markt. Maar ondanks de zichtbare impact van disruptie, ontbreekt onder gevestigde bedrijven vaak de motivatie om te innoveren. Zo ondervond ook Netflix een diepe daling van inkomsten (80 procent) na het besluit in 2011 om over te stappen van DVDs naar streaming.<sup>12</sup>

Tijdens fase drie worden de voordelen van het nieuwe business model tegenover het oude model duidelijk zichtbaar met als gevolg dat steeds meer gevestigde partijen de overstap maken naar het nieuwe model. In vergelijking met de acties in fase 2, moeten gevestigde organisaties op een radicalere manier middelen verplaatsen van het oude naar het nieuwe model. Veel organisaties ervaren echter de transitie vanuit fase 3 als een van de moeilijkste stappen. In reactie op verminderde prestaties en dalende inkomsten wordt er vaak binnen een organisatie besloten tot bezuinigingen en een versterkte focus op de kerntaken van de organisatie. Deze focus staat echter haaks op de behoefte aan innovatie en toetreding tot een nieuwe markt.

In de vierde en laatste fase heeft de disruptie zijn hoogtepunt bereikt en moeten de gevestigde organisaties zich neerleggen bij de nieuwe realiteit. Door het verouderde business model dalen zowel de inkomsten als de marktpositie van de gevestigde organisaties. In sommige gevallen zijn de organisaties zo ver verwijderd van de nieuwe realiteit dat een nieuwe doorstart onhaalbaar is, en vertrek de beste manier is voor behoud van waarde. Zelfs onder de organisaties die zich weten te transformeren moet er gerealiseerd worden dat opereren in de nieuwe markt mogelijk niet dezelfde financiële voordelen met zich mee zal brengen.

Een bedrijf dat wel in staat is geweest om te reageren op vroege signalen die wezen op een radicale verandering van de markt, is elektronicaconcern Philips. Ondanks dat PolyGram, een dochterbedrijf van Philips, rond 1990 een van 's werelds grootste muziekconcerns was, besloot de CEO van Polygram om het bedrijf te verkopen aan Seagram voor US\$ 10.6 miljard. De beslissing was gemaakt op basis van een onderzoek waaruit bleek dat consumenten cd-roms eigenlijk maar voor een doeleinde gebruikte: om muziek te kopiëren.<sup>13</sup> En ondanks dat het mp3 formaat nog maar net was ontwikkeld en bedrijven zoals Napster nog geen grote bedreiging vormden, waren de eerste tekenen van disruptie al zichtbaar. In minder dan 10 jaar daalde de verkoop van cd-roms en dvd's in de Verenigde Staten met meer dan 80 procent.<sup>14</sup>

## A. Perspectief Defensie op technologische ontwikkelingen

Binnen Defensie heeft de Commandant der Luchtstrijdkrachten (CLSK) de technologische trends die de verdere doorontwikkeling van het luchtwapen beïnvloeden opgesomd in het Luchtmacht Kennis & Innovatieplan (LuKIP).<sup>15</sup> De technologische ontwikkelingen zorgen er voor dat er nieuwe mogelijkheden beschikbaar komen die in het verleden nog niet bestonden of te duur waren. Tevens vormen nieuwe technologieën op zichzelf nieuwe capaciteiten voor de CLSK 'toolbox'. Het is daarbij van belang op te merken dat steeds meer technologische ontwikkelingen die in andere domeinen ontstaan in potentie ook voor het defensiedomein toepasbaar te zijn (*dual use*). Er vindt kortom een verschuiving plaats op diverse fronten. Zo verschuift het belang van vliegende systemen meer naar de wapens en systemen aan boord die het mogelijk maken vliegende of gronddoelen uit te schakelen, (groepen) personen, objecten of gebieden op de grond op te sporen of om (storings-)signalen te ontvangen en te zenden. Het platform wordt minder doorslaggevend, terwijl de systemen aan boord in toenemende mate de gewenste of zelfs doorslaggevende effecten bewerkstelligen. Of, zoals een onderzoeker stelt: 'Het slim worden in het integreren en automatiseren van data processing-systemen wordt de toekomst.'<sup>16</sup> De huidige revolutie op het gebied van onbemande systemen en alles wat daarmee samenhangt speelt deze ontwikkeling in de kaart.

In het verleden kon Defensie de technologische ontwikkelingen goed bijhouden en had daarin vaak zelfs een leidende of initiërende rol. De ontwikkelingen gaan echter zoals hierboven geïllustreerd steeds sneller en die versnelling neemt toe. Dit wil echter niet zeggen dat Defensie en de overheid geen rol spelen in het aanjagen van technologische ontwikkelingen.<sup>17</sup> Defensie is veelal volger en raakt door bezuinigingen, regelgeving en een traag besluitvormings- en verwervingsproces verder achterop. Met name niet-statelijke tegenstanders hebben dat nadeel vaak niet en kunnen sneller gebruik maken van de nieuwste technologieën. De ontwikkelingen op het gebied van de onbemande luchtvaart maken een heroriëntatie niet alleen opportuun, maar ook noodzakelijk. Er moet daarom naar nieuwe manieren worden gezocht om de totale kosten van het ter beschikking hebben van een lucht- en ruimtevaartsystemen te reduceren en implementaties van nieuwe toepassingen te versnellen.

Hiermee is niet gesteld dat 'traditionele' bouwers van platformen minder belangrijk worden. Sterker, het doorontwikkelen van luchtvaarttechnologie in de context van een belangrijker wordende 3<sup>e</sup> dimensie voor Defensie maakt dat de luchtvaartindustrie in Nederland ook in de toekomst nog relevant zal blijven. Het verschil is de noodzaak om met instrumentenbouwers in zee te gaan om tot geïntegreerde oplossingen te komen. Beide soorten partijen hebben elkaar dus nodig, ook in de toekomst.



## B. Nieuwe technologische toepassingen

**ICT-netwerken.** Het CLSK constateert dat ICT-netwerken completer en sneller worden en beter op elkaar aansluiten. Dit zorgt voor permanente connectiviteit voor het gecombineerd optreden van eenheden. Het genetwerkt optreden biedt voordelen, maar brengt ook kwetsbaarheden mee. Cyberaanvallen vinden dagelijks plaats en vormen grote risico's voor militaire operaties. Het CLSK moet de eigen systemen goed beschermen tegen cyberaanvallen, maar kan vanuit de lucht en ruimte wellicht ook een unieke bijdrage leveren aan het offensieve potentieel van cyber. Voor zowel de inlichtingenketen, commandovoering als voor de noodzakelijke *reach-back* capaciteit is een gegarandeerde bandbreedte noodzakelijk tussen het operationeel theater en de nationale thuisbasis. De bandbreedte hiervoor wordt door MILSATCOM geleverd. Rond 2030 is de capaciteit van de huidige contracten volledig benut. Defensie zal tijdig actie moeten ondernemen om voor de periode na 2030 voldoende bandbreedte zeker te stellen in nationaal, bi- of multilateraal verband.<sup>18</sup>

**Data analyse.** De digitalisering van de maatschappij en de krijgsmacht zorgt voor een ongekende hoeveelheid data. Met behulp van slimme algoritmen kunnen met *Big Data* analysemethodes niet eerder zichtbare verbanden worden ontdekt en conclusies worden getrokken. Hierdoor ontstaat een verbeterd voorspellend vermogen dat unieke mogelijkheden biedt voor onder andere inlichtingen en logistieke processen. Zo kunnen verplaatsingen van een tegenstander, sociale ontwikkelingen binnen een netwerk en een 'dreigingsdimensie' op één kaart worden geprojecteerd.<sup>19</sup> *Big data analytics* (BDA) kan daarbij gezien worden als een toevoeging aan of vervanging van het gangbare inlichtingenfusie proces en bestaande inlichtingenproducten. Toepassing van deze technologische ontwikkeling kan er voor zorgen dat op basis van intelligence (*Situational Awareness/Situational Understanding*) door niet kinetische beïnvloeding een mogelijke crisis kan worden bezworen, in plaats van dat kinetisch opgetreden moet worden in een conflictsituatie. Andere toepassingsvoorbeelden zijn *predictive maintenance* en modellering en *electronic warfare*. Maar ook bestaande datastromen uit de civiele sector zouden mogelijk voor Defensie beschikbaar kunnen komen. Van belang is niet zozeer dat Defensie zelf deze data kan genereren met eigen middelen, maar er toegang toe kan krijgen, ofwel via commerciële spelers dan wel via partnerlanden.

**Onbemand.** Onbemande vliegende systemen zijn sterk in ontwikkeling. Deze systemen brengen nu vooral persistentie in waarneming die voorheen niet konden worden gegenereerd. Onbemande vertical lift platforms, combat aircraft en cargo aircraft kunnen in de toekomst ook voor de andere rollen van Airpower worden

gebruikt. Dit zorgt naast persistentie ook voor minder risico voor bemanning en een kleinere personele *footprint* in het uitzendgebied. Daarbij neemt de kunstmatige intelligentie in systemen toe. Hierdoor zijn systemen in toenemende mate in staat om automatisch, of zelfs (semi-)autonoom, beslissingen te nemen en samen te werken. Onbemande vliegtuigen worden ook toegankelijker voor kleinere actoren. Steeds meer staten voegen zowel bewapende als onbewapende militaire onbemande vliegtuigen toe aan hun arsenaal. Ook niet-statelijke actoren zoals drugskartels in Midden-Amerika zetten bewapende onbemande vliegtuigen in. De prestaties en het gebruik van kleine commerciële drones neemt sterk toe en het effect daarvan op operaties kan significant zijn. In defensie termen wordt vaak gesproken over *swarming* als belangrijke toekomstige toepassing: grote aantallen kleine autonoom opererende en samenwerkende UAV's die als een niet uit te schakelen wolk een doel opsporen en aanvallen.

**Sensoren en precisie.** Vliegtuigen worden uitgerust met een mix van sensoren en wapens. Daardoor zijn ze breed inzetbaar in verschillende scenario's en kan men met één platform een doel vinden, volgen, identificeren en aanvallen. Het doel hoeft daarbij niet altijd te worden vernietigd om het benodigde effect te bereiken. Niet-kinetische wapens kunnen een doel tijdelijk uitschakelen of minder effectief maken en juist dit soort optreden draagt vaker bij aan het beoogde effect. Door de combinatie van ICT-netwerken, sensoren, wapens en autonomie, wordt de tijd tussen het vinden van het doel en de aanval verkort. Het luchtwapen is in staat om alles met precisie aan te vallen als eenmaal bekend is waar een doel zich bevindt. Gecombineerde toepassing van technologische ontwikkelingen maken het mogelijk om doelen te lokaliseren en met een minimum aan tijdverlies aan te vallen.

**Opleiding en training.** Het gebruik van moderne (simulatie)technologieën voor opleiding en training brengt mogelijkheden om op een betaalbare manier in kwalitatief hoogwaardige training te blijven voorzien. *Computer Based Training, Part Task Trainers, Procedure Trainers, Full Mission Simulators, Mission Training through Distributed Simulation (MTDS)* en training in 'live' vliegtuigen met *Embedded Training* zijn de bouwstenen voor innovatieve trainingsconcepten. In een *Live Virtual Constructive (LVC)* concept worden al deze bouwstenen aan elkaar gekoppeld en vliegen echte vliegtuigen, simulators en computer *generated forces* in een gezamenlijk scenario. Daarmee kunnen complexe tactische scenario's worden beoefend in een *joint* en *combined* virtuele omgeving. Naast de training van vliegend personeel worden simulators steeds meer ingezet voor de opleiding en training van andere vakgebieden, zoals verkeers- en gevechtsleiders, technisch en medisch personeel. Door de toepassing van nieuwe

opleidings- en trainingsconcepten hoeven wapensystemen niet altijd ingezet te worden voor training en opleiding. Dit levert Defensie enorme besparingen op in de materieel exploitatie en er kan meer slagkracht gegenereerd worden.

**Onderhoud en logistiek.** Moderne techniek geeft ook de mogelijkheid om op een andere manier de productie en de instandhouding van wapensystemen te organiseren. Open architecturen maken het mogelijk om relatief eenvoudig (software)aanpassingen aan vliegtuigen uit te voeren, of nieuwe sensoren en wapens te integreren. Door de status van het vliegtuig continu en nauwkeurig te kunnen monitoren (*Performance Health Monitoring*), kunnen met behulp van *Big Data* analyses technische klachten beter worden voorspeld en kan onderhoud op het optimale moment worden uitgevoerd (*Condition Based Maintenance*). In de praktijk hebben OEM's zich vaak wel het recht voorbehouden dit alleen zelf te mogen doen. Hier geldt in feite hetzelfde als voor opleiding en training. Defensie wordt door nieuwe onderhouds- en logistieke technologieën in staat gesteld om veel efficiënter en effectiever te opereren.

**3D-printing.** 3D printen of *Direct Manufacturing* is als fabricagetechniek voor (reserve) onderdelen sterk in opkomst. Logistiek biedt 3D printen ongekennde mogelijkheden, doordat bijvoorbeeld reserveonderdelen op termijn op deze manier op locatie gemaakt kunnen worden. Tevens is deze technologie zeer lucratief voor het toepassen van *rapid prototyping* binnen de militaire context. Doordat de ontwikkelcyclus van technologie naar product veel sneller doorlopen worden, kan eerder in een ontwikkeltraject de praktische haalbaarheid van toepassingen worden bepaald. 3-D printing in combinatie met andere toekomstige technologische ontwikkelingen, kunnen voor een snelle ontwikkeling van eenvoudige wapensystemen (verbruiksartikelen) zorgen die als grote groep toch een complex en onkwetsbaar wapensysteem vormen (*swarming*).

**Space.** De commercialisering van de ruimtevaart en de daarmee gepaard gaande technologische vooruitgang zorgt ervoor dat het (militair) gebruik van de ruimte binnen bereik van een grotere groep landen en bedrijven komt. Door het bereikbaarder worden van het ruimtedomein neemt de bedreiging vanuit dat domein ook toe. De Luchtmacht concentreert zich op het minimaliseren van dreigingen vanuit de ruimte en het verzekeren van de vrije toegang tot, het verbeteren van de informatiepositie en het optimaal gebruik van in de ruimte geplaatste middelen.<sup>20</sup> De gecombineerde toepassing van toekomstige technologieën in *space* maakt persistente observatie vanuit de ruimte mogelijk en draagt daarmee bij aan informatiedominantie.

**Hypervelocity.** Doorontwikkeling van technologie om met steeds hogere snelheden te vliegen kan er ook voor zorgen dat Defensie op termijn meer op de grens van het lucht- en het ruimtedomein kan opereren. De mogelijkheid om te kunnen verplaatsen met *hypervelocity* stelt luchtstrijdkrachten in staat offensieve operaties uit te voeren in *contested airspace* en maakt daarmee het verkrijgen van luchtoverwicht wellicht overbodig. *Hypervelocity* draagt tevens bij aan het verkorten van de tijd om een doel te lokaliseren en dit doel, waar dan ook ter wereld, aan te vallen.

**Miniaturisering.** Onder miniaturisering wordt in de techniek verstaan een proces waarbij structuren worden verkleind met behoud van hun functionaliteit en eventueel ook hun vorm. Het gaat hierbij om het verkleinen van onderdelen van technische apparaten, en uiteindelijk van die apparaten zelf. Miniaturisering heeft ertoe geleid dat bijvoorbeeld sensoren steeds kleiner en goedkoper kunnen worden geproduceerd. Miniaturisering biedt daarmee nieuwe toepassingsmogelijkheden. Door de miniaturisering van bijvoorbeeld elektronica wordt het mogelijk om – meer dan nu het geval is – alledaagse dingen, zoals smartphones of materialen, uit te rusten met sensoren en chips. Door de toevoeging van sensoren en processoren kan ‘intelligentie’ worden toegevoegd aan apparaten en ‘dingen’. Miniaturisering ondersteunt daarmee het ‘slim’ maken van onze omgeving. Zeer kleine drones van slechts enkele centimeters of decimeters zijn nu al beschikbaar voor militaire toepassing. Door toepassing van miniaturisering kunnen sensoren en de platformen waarop deze sensoren zich bevinden veel kleiner en dus veel eenvoudiger en goedkoper worden. Nu nog complexe grote wapensystemen kunnen wellicht vervangen worden door grotere aantallen verbruiksartikelen die gezamenlijk weer een *swarm* vormen.

**Nanotechnologie.** Een vorm van miniaturisering is nanotechnologie. Een techniek die het mogelijk maakt te werken met deeltjes in de grootteorde van een nanometer en die het formaat hebben van individuele atomen en moleculen. Huidige toepassingen van nanotechnologie in producten richten zich op dit moment vooral op bestaande producten die door middel van nanotechnologie kunnen worden verbeterd. Voorbeelden zijn coatings en verf binnen de automobieliindustrie en de bouw, zonnecellen en consumentenartikelen zoals zonnebrand en beschermingspray voor kleding en schoenen. Nanomaterialen kunnen mogelijk ook worden ingezet als wapen door nanodeeltjes toe te voegen in de munitie of materiaal dat vrijkomt bij een explosie. Nanotechnologie draagt in grote mate bij aan miniaturisering van systemen, waarbij bestaande materialen voorzien kunnen worden van nieuwe functies (‘every skin a sensor’).

**Quantumtechnologie.** Quantumtechnologie is een verzamelnaam voor technologie die gebruik maakt van de quantummechanische principes superpositie, interferentie en verstrengeling. Quantumtechnologie kent op dit moment drie toepassingsdomeinen: encryptie, *computing* en sensoren. Wereldwijd wordt er door vele partijen onderzoek uitgevoerd en gewerkt aan de ontwikkeling van quantumcomputers. Het vooraanstaande, door de TU Delft en TNO opgerichte QuTech, werkt aan de ontwikkeling van een universele quantumcomputer. De eerste computer zal er naar verwachting binnen 15 jaar zijn. Ruim voor die tijd zal *quantum key distribution* voor veilige communicatie en *special purpose* quantumcomputers al het licht zien. Quantumcomputers zijn met name geschikt voor exponentiële berekeningen voor materiaalontwikkeling en voor big data verwerking.

Mogelijkheden voor defensietoepassingen van quantumtechnologie zijn:

- Effectief optreden in informatiegestuurde netwerken door snelle quantumberekeningen in een veilig quantumnetwerk.
- Autonome en nauwkeuriger locatiebepaling zonder gebruik van satellieten (bijvoorbeeld minder *collateral damage* bij geleide raketten, autonome drones).
- Verbeterde *imaging* door *quantum imaging*.
- Verbeterde patroonherkenning door quantumzoekalgoritmes (*data fusion*).
- Toekomstvaste versleutelingsmechanismen die bestand zijn tegen quantumcomputers.
- Effectiever gebruik van modelberekeningen door rekensnelheid en modeldetailverbetering.

**Directed Energy Weapons (DEW).** DEWs zijn wapens die gericht energie bundelen op een doel om een gewenst effect te bereiken. Door de tijd en de hoeveelheid energie te variëren is het resultaat schaalbaar (letaal of niet-letaal). DEW zijn daardoor precisiewapens met een minimum aan schade aan de directe omgeving (*collateral damage*).<sup>21</sup> Door schaalbare effecten te genereren met een enkel herbruikbaar wapen valt de behoefte aan het handhaven van een groot arsenaal wapens weg.

### C. Overwegingen

De mogelijkheid om systemen te verstoren of (tijdelijk) uit te schakelen met een kleine kans op nevenschade zal de inzet van het luchtwapen veranderen. Het toenemende belang dat politiek en publiek hechten aan het ontwikkelen van precisiewapens, minder kinetische en zelfs niet-kinetische (*less lethal* en *non-lethal*) wapens zal gevolgen hebben voor het luchtwapen.

Naast de technologische trends die het CLSK in het LuKIP vermeldt, geeft zij in het Masterplan CLSK 3.0 aan geïnteresseerd te zijn in ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie die zover reikt als *singularity*: het hypothetische moment in de toekomst waarop de kunstmatige intelligentie de menselijke zal overtreffen. Vanuit het perspectief van *singularity* wordt verder gekeken naar onderwerpen zoals kunstmatige intelligentie, geavanceerde mens-machine-interactie, nanotechnologie, grootschalige connectiviteit en parallelle computing en energie. Hierbij wordt er gekeken naar het effect van deze onderwerpen op de wereld waarin we opereren, waaronder voor de luchtmacht zelf.

Met name daar waar technologieën met elkaar worden gecombineerd en geïntegreerd ontstaan uiterst interessante toepassingsgebieden voor de lucht- en ruimtevaart, in het bijzonder die gerelateerd zijn aan het veiligheidsdomein.

# 2 DE VEILIGHEIDS- OMGEVING

A. Trends in gewapende conflicten	39
B. Consequenties luchtoptreden	40
C. De hedendaagse luchtmacht	45

## 2 DE VEILIGHEIDSOMGEVING

### A. Trends in gewapende conflicten

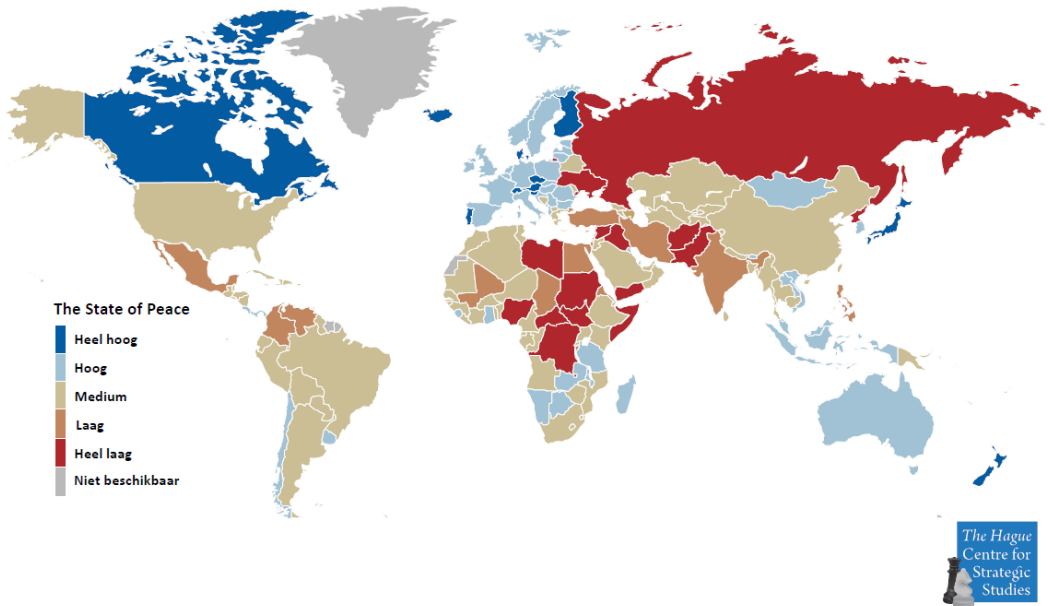
Bij de inzet van onze lucht- en ruimtevaartcapaciteiten zijn vier trends maatgevend: één, het feit dat de toenemende onrust aan de randen van Europa en daarbuiten de komende jaren eerder zal toenemen dan afnemen; twee, de mate waarin technologische ontwikkelingen de mogelijkheden tot inzet van het luchtwapen zullen veranderen; en daaruit volgend, drie, het feit dat daarbij precisie-inzet in toenemende mate de norm is; en vier, de daarmee verband houdende mate van noodzakelijke aanwezigheid publieke steun voor militair lucht optreden in crisis- of oorlogssituaties.

Sinds het einde van de Koude Oorlog was een dalende trend gaande met betrekking tot het aantal gewapende conflicten. Sinds 2011 is het aantal conflicten in de wereld echter weer gestegen. Het is te vroeg om te spreken van een trendbreuk op lange termijn, maar, zoals hierboven al gesteld, het is niet te vroeg om te wijzen op een grotere onzekerheid over waar en hoe dreigingen zich manifesteren en wie er door getroffen worden. Van belang is dat het aantal intrastatelijke conflicten al decennia velen malen groter is dan het aantal interstatelijke conflicten. Hoewel de trend zich lijkt door te zetten, is de zeggingskracht van geëxtrapoleerde trends in het huidige tijdsgewricht van fundamentele machtsverschuiving en onzekerheid niettemin uiterst beperkt. Intrastatelijke conflicten, waarbij sprake is van falend staatsgezag of territoriale claims, hebben toenemende gevolgen voor de economische veiligheid van ons land en Europa vanwege de internationale verbondenheid van onze economie.<sup>22</sup>

Conflicten waarbij sprake is van statelijke en niet-statale actoren vormen momenteel de norm. Staten maken soms gebruik van niet-statale actoren, maar ook staan zij steeds vaker tegenover elkaar. Zogenaamde hybride conflicten leiden tot nieuwe uitdagingen voor de krijgsmacht. Hierbij worden de Nederlandse of bondgenootschappelijke kwetsbaarheden in verschillende domeinen door de opponent geëxploiteerd. Daarbij valt te denken aan de inzet van economische machtsmiddelen, vermenging



## Global Peace Index (2016)



FIGUUR 2 INSTABILITEIT IN DE WERELD IN 2015

van het civiele en het militaire domein, inzet van cybermiddelen gericht op civiele infrastructuur, of manipulatie van de beeldvorming en de publieke opinie. Uiteraard zullen bondgenoten van Nederland zich eveneens op dergelijke asymmetrische wijzen van optreden kunnen richten, mits in overeenstemming met het internationaal recht en humanitair oorlogsrecht.<sup>23</sup> Met name ISIS is een beweging die zich van irreguliere methodes van oorlogsvoering bedient, en daarmee 'conventioneel' luchtoptreden bemoeilijkt.

### B. Consequenties luchtoptreden

Bovengenoemde ontwikkelingen hebben voor de luchtmacht belangrijke consequenties, en maken dat vaak wordt geopperd dat '*[t]he most important instrument of modern military coercion, and the most useful for investigating the causes of coercive success and failure, is air power.*'<sup>24</sup> Voor een groot gedeelte heeft dit te maken met het feit dat luchtstrijdkrachten, in tegenstelling tot andere onderdelen van de krijgsmacht, flexibeler en sneller op grote geografisch afstand ter plaatse kunnen zijn. De onzekerheid over hoe en waar de volgende inzet nodig of gewenst is, vraagt echter een groot adaptief vermogen om tijdig te kunnen reageren op dreigingen, conflicten of rampen. Het luchtwapen heeft de eigenschappen om dit mogelijk te maken.

In haar eigen *air power* doctrine heeft het ministerie van Defensie de inherente voor- en nadelen van de inzet van *air power* uiteengezet ten opzichte van de inzet van andere onderdelen van de krijgsmacht. De voordelen zijn: hoogte, snelheid, bereik, flexibiliteit, en alomtegenwoordigheid. Hiertegenover staan nadelen zoals tijdelijkheid: men kan niet permanent in de lucht zijn; afhankelijkheid: er is specifieke infrastructuur en ondersteuning nodig, alsmede radar, sensoren en lasers; beperkte *pay load*; en weersinvloeden waardoor inzet niet altijd mogelijk is. Tenslotte is het een schaars middel met relatief hoge kosten van inzet.<sup>25</sup> Hiermee wordt ook duidelijk dat een mogelijk grotere rol voor het luchtoptreden in de toekomst niet noodzakelijkerwijs inhoudt dat de rol van de CZSK, de CLAS of de KMar navenant kleiner zal worden. En naarmate er meer integraal wordt samengewerkt tussen de Defensieonderdelen, zal er voor elk onderdeel een inherente rol weggelegd blijven.

Het belang van de luchtmacht in het domein van *intelligence, surveillance en reconnaissance* (ISR) zal blijven toenemen en ook *air delivered information activities* en *electronic warfare* spelen hierbij een rol. Hierbij zal de aansluiting met de ruimtevaart een cruciale rol spelen. Het feit dat de ruimtevaartactiviteiten van het ministerie van Defensie bij de luchtmacht zijn belegd, wil niet zeggen dat alleen dit onderdeel hiervan gebruik maakt: alle krijgsmachtonderdelen ontlenen informatie aan satellietdata. De luchtmacht kan echter door haar speciale capaciteiten een belangrijke rol spelen om aanvullende informatie te vergaren en tevens op het gebied van beheer en inzet van ruimtecapaciteit een essentiële rol spelen. Omdat er een constante informatiestroom nodig is kan het ook zo zijn dat er naast satellieten min-of-meer permanente aanwezigheid van (on)bemande toestellen in de lucht nodig is. Hier is met name een rol voor *remotely piloted air systems* (RPAS) weggelegd.

## Oorlogsvoering

Vanwege de hoogwaardige capaciteit en precisie die de inzet van de luchtmacht met zich meebrengt bestaat soms het beeld dat *'air power is advertised as a force that can win wars on its own'*.<sup>26</sup> Dit is echter zelden het geval. Zo heeft bijvoorbeeld de opkomst van precisiebombardementen er niet toe geleid dat strategieën om het leiderschap van de vijand aan te vallen in alle gevallen succesvol zijn geweest.<sup>27</sup> Ook blijkt inzet van het luchtwapen tegen irreguliere strijders of guerrillastrijders te worden gehinderd door het feit dat deze vaak vanuit het verborgene opereren en vaak niet of nauwelijks te onderscheiden zijn van non-combattanten. Daarentegen blijkt de inzet tegen opslagplaatsen, communicatieknooppunten en geconcentreerde grondtroepen of aanvoerlijnen zeer effectief.<sup>28</sup> De komst van de gevechtshelikopter en de bewapende *unmanned aerial vehicles* (UAV) bieden in de strijd tegen irreguliere strijders mogelijk uitkomst.

Het gebruik van het luchtwapen is dan ook veranderd: waar er in het verleden een strategie van ‘hamer en aambeeld’ bestond waarbij het aambeeld – de grondtroepen – het gros van de inspanningen leverde is vandaag de dag de rol van de hamer – het luchtwapen – veel dominanter geworden, al was het maar omdat in veel conflicten Westerse landen met name de inzet van grondtroepen beperken of zelfs helemaal buiten beschouwing willen houden. Maar, zoals gezegd: asymmetrische oorlogsvoering door irreguliere strijdgroepen maakt dat ontwikkelingen richting meer precieze en efficiënte inzet van de luchtmacht worden bemoeilijkt doordat zij ‘*war amongst the people*’ bedrijven<sup>29</sup> zoals bijvoorbeeld ISIS doet. Daardoor wordt het niet alleen moeilijker om doelen te identificeren, maar ook om materiële en personele *collateral damage* te vermijden. De conclusie is daarmee dat, hoewel enorme vooruitgang is geboekt op het gebied van onderscheidend vermogen en precisie, ook vandaag de dag is de inzet van het luchtwapen alleen niet voldoende is om een conflict militair te beslechten. Er moet nog steeds een beroep worden gedaan op grondtroepen, al dan niet inheems of met eigen troepen.

Voorts wordt oorlogsvoering steeds meer gedreven door informatie vanuit de ruimte. Technische ontwikkelingen – waaronder miniaturisatie – en lagere kosten stellen landen en commerciële bedrijven in staat om satelieten te lanceren en te exploiteren. Hiermee kan vervolgens de hele wereld worden geobserveerd, communicatie verbeterd worden en de kwaliteit van navigatie toenemen. Vanwege de specifieke kenmerken van de ruimte en de internationale verdragen over het gebruik daarvan is observatie vanuit de ruimte persistent en (semi-) permanent.<sup>30</sup> Tevens is de beeldresolutie van moderne waarnemingssystemen voldoende fijnmazig voor militaire toepassingen, waardoor het een effectief en efficiënt middel is voor het opbouwen van een mondiaal inlichtingenbeeld van militaire capaciteiten, objecten en operaties. Tegelijkertijd is het zo dat ‘[h]et omvangrijke gebruik van ruimtecapaciteiten van derden Defensie afhankelijk [maakt] van partijen die daarover beschikken en die afhankelijkheid met de introductie van nieuwe wapensystemen en technologieën die gebruik maken van data uit de ruimte sterk [zal] toenemen.’<sup>31</sup> Het beschikken over een eigen capaciteit zou dus de gewenste onafhankelijke inlichtingenpositie opleveren die heimelijke observatie mogelijk maakt zonder meteen de politieke of militaire intenties kenbaar te maken.

### Publieke opinie en juridisch kader

Een belangrijke factor in toekomstige oorlogsvoering is die van de publieke opinie, zowel in actieve zin als in passieve zin. Dit wil zeggen dat de publieke opinie niet alleen een belangrijke rol speelt in landen die militaire operaties uitvoeren, maar ook in landen waar deze operaties worden uitgevoerd. Dat laatste heeft met name betrekking op het moreel van de bevolking in gebombardeerde steden.

Een andere overweging bij inzet van de luchtmacht zijn de juridische kaders. Het gaat hier veelal om het beoordelen van de doelwitten dan wel de collaterale schade. Met de opkomst van onbemande toestellen zijn er nieuwe discussies ontstaan over de adequaatheid van juridische en ethische normen ten aanzien van militair luchtoptreden. Het beste voorbeeld is de inzet van bewapende UAV's. Aan de ene kant zou de inzet ervan moeten leiden tot minder burgerslachtoffers, en dus beter moeten voldoen aan het proportionaliteitscriterium van de Geneefse conventies over het oorlogsrecht. Nieuwe technologieën op dit vlak zouden moeten helpen om de inzetmogelijkheden verder te kunnen vergroten. Aan de andere kant reduceert de inzet van UAV's het risico tot slachtoffers aan eigen zijde tot nul, waardoor de neiging tot gebruik van dit middel groter wordt. Ondanks kritiek in de Verenigde Staten op de inzet van drones boven Pakistan, Afghanistan en elders blijft president Obama de bewapende drone als een goed alternatief zien voor de inzet van grondtroepen.

Gezien het beperkte voortzettingsvermogen van de kleinere Nederlandse krijgsmacht, liggen langdurige operaties met grote eenheden niet meteen voor de hand. De omvang van de krijgsmacht, in combinatie met goede training en uitrusting, maakt inzet van kleinere, meer specialistische eenheden opportuun. Het door de NAVO ontwikkelde *Special Operations Task Group* (SOTG) concept geeft meer richting aan deze ontwikkeling. Het inzetten van 'speciale eenheden' en taakgroepen, maar ook luchtmobiele of amfibische eenheden vraagt een grotere inzet en diepgaande integratie van het luchtwapen ten behoeve van vuursteun en mobiliteit.<sup>32</sup> Voorlopig ziet het er naar uit dat onbemande vliegtuigen slechts een deel van de taken van bemande vliegtuigen kunnen overnemen, maar dat met name de veelzijdige inzetbaarheid van het jachtvliegtuig dominant zal zijn.

### Expeditionaire inzet

Sinds het einde van de Koude Oorlog hebben de Nederlandse luchtmachtkrachten een reeks aan operaties uitgevoerd – zowel binnen als nabij Europa – maar ook op grote afstand. De operaties varieerden van het afdwingen en patrouilleren van een 'no-fly zone' (Bosnië 1993 – 1995), het uitvoeren van luchtverkenning (Bosnië 1995 – 1999), het leveren van luchtsteun aan grondtroepen (Bosnië 1994, 1995), het leveren van luchttransport (Cambodja 1994), het beveiligen van het luchtruim door het vliegen van *combat air patrols* (Bosnië, 1992 – 1995 en Kosovo 1999) en het in stelling brengen van geleide wapens<sup>33</sup> tot het bombarderen van strategische doelen (Kosovo 1999). Uit deze operaties zijn waardevolle lessen te trekken die kunnen helpen bij het overzichtelijk maken van de huidige capaciteiten en tekortkomingen. Deze lessen kunnen vervolgens helpen bij het inventariseren van aandachtspunten voor de toekomst.

Op de Balkan werden boven voormalig Joegoslavië diverse operaties uitgevoerd waaronder *Deny Flight* en *Deliberate Force*. Uiteindelijk culmineerde dit in *Operation Allied Force* in 1999. Deze operatie betrof grootschalige inzet van het luchtwapen tegen het Servië van Slobodan Milošević. De doelstelling was de operaties van het Servische leger in Kosovo, gericht op het etnisch zuiveren van Kosovo van de Albanese meerderheid, te stoppen. Nederlandse inzet betrof op het hoogtepunt 22 F-16's met diverse lucht-lucht- en lucht-grondwapens en een tactisch ISR-systeem voor middelbare hoogte: de MARS-pod.

Maar ook buiten Europa kwam de luchtmacht tot inzet. *Operation Enduring Freedom*, van 2003 tot 2005, was gericht op het bestrijden van de Taliban in Afghanistan. De Nederlandse inzet betrof een F-16 detachement vanaf Manas in Kirgizië. Strategisch transport en AAR werden uitgevoerd met KDC-10.

Hoewel de Nederlandse bijdrage geenszins onomstreden was, werd de luchtmacht in het kader van *Operation Iraqi Freedom* van 2004 tot 2005 ingezet in Irak. De bijdrage betrof o.a. een Apache-detachement met standaard dag- en nachtzichtapparatuur (*non-traditional ISR*) vanaf Tallil ter ondersteuning van de Nederlandse taskforce in de provincie Al Muthanna. Strategisch transport werd uitgevoerd met KDC-10 en C-130.

De *International Security Assistance Force* (ISAF) in Afghanistan bracht de luchtmacht van 2005-2011 weer terug in het luchtruim boven Afghanistan. Nederlandse inzet betrof o.a. een F-16 detachement vanaf Kabul en later Kandahar, alsmede een Apache-detachement en UAV-component vanaf Tarin Kowt. De F-16 beschikte over het tactische verkenningssysteem *RECCE-LITE*, de Apache over *non-traditional ISR* en voor tactische verkenningen werden door Nederlandse grondtroepen UAV's ingezet.

In Noord-Afrika werd de luchtmacht in 2011 ingezet in *Operation Unified Protector*. De missie richtte zich op het beschermen van Libische opstandelingen tegen het regime van dictator Kadhafi door het aanvallen van diens zware wapens en luchtmacht, en het voorzien van grondsteun. Daartoe werd tevens een *no-fly zone* van kracht verklaard die mede door Nederlandse F-16's werd gehandhaafd. De F-16's beschikken daarnaast over lucht-lucht geleide wapens.

Momenteel wordt de luchtmacht ingezet voor *United Nations Multidimensional Integrated Stabilization Mission in Mali* (MINUSMA). De nadruk van de missie ligt op het stabiliseren van Mali na afloop van de rebellie tegen de legitieme regering. Nederlandse inzet betreft onder andere de Apache en een tactische UAV, *Scan Eagle*,

ter ondersteuning van de Nederlandse verkenning- en inlichtingencomponent. Strategisch transport wordt verzorgd door de KDC-10.

Verder werd in 2014 gestart met *Operation Inherent Resolve* tegen ISIS in Irak en Syrië. Nederlandse bijdrage bestond uit onder andere een F-16 detachement met *RECCE-LITE* en lucht-grondwapens vanuit Jordanië. Strategisch transport werd uitgevoerd met de KDC-10.

### **C. De hedendaagse luchtmacht**

Het succes van de Nederlandse luchtmacht is voornamelijk verbonden geweest aan het resultaat van de coalitie luchtstrijdkrachten. Als de bijdrage van de Nederlandse Luchtmacht op strategisch, operationeel en tactisch niveau geanalyseerd wordt, dan kunnen op basis van de criteria precisie wapens, mobiliteit, ISR, analyse en C2, de volgende conclusies getrokken worden:

#### **Wapens**

Het Nederlandse luchtwapen heeft in de loop der jaren een wapenarsenaal opgebouwd dat bestaat uit een mix van ongeleide wapens (20/30 mm kanon, 75mm rockets) en precisiewapens (GBU-10/12/31/38/49, SDB en *Hellfire*). In de loop der tijd hebben we gezien dat 'domme' bommen, dat wil zeggen bommen zonder geleidingspakket, steeds minder werden gebruikt. Vandaag de dag gebruikt de luchtmacht met de F-16 in principe alleen nog bommen met laser-geleiding (GBU-10/12), GPS-geleiding (GBU31/38, SDB) of een combinatie daarvan (GBU-49). Voor de Apache is *Hellfire* het precisiewapen. Door de kenmerken van de F-16 kan dit jachtvliegtuig zijn wapenpakket ook in strategische en operationele missies inzetten, terwijl de Apache alleen tactisch kan worden ingezet. Het wapenarsenaal van met name de F-16 maakt brede inzet mogelijk en kent op dit moment alleen tekortkomingen op het gebied van wapens die met grote precisie vanaf grote afstand ingezet kunnen worden (precision stand-off).

De grootste uitdaging is om bij daadwerkelijke inzet voldoende voorraden van de verschillende wapens beschikbaar te hebben om in staat te zijn de juiste effecten te bereiken en nevenschade zo veel mogelijk te voorkomen. Verbreding van het wapenarsenaal is wenselijk om precisie aanvallen op doelen vanaf grote afstand mogelijk te maken. Door de aanschaf van 'stand-off' precisiewapens in combinatie met de F-35 kan tevens invulling gegeven worden aan de NATO tekortkoming op het gebied van *Suppression of Enemy Air Defense* (SEAD) en *Destruction of Enemy Air Defense* (DEAD).

## **Mobiliteit**

Mobiliteit wordt voornamelijk ingevuld met *fixed wing* en *rotary wing* luchttransport. *Rotary wing* is vanwege het relatief geringe bereik per definitie gebonden aan tactische inzet en wordt beschouwd als een tactisch inzetmiddel. *Fixed wing* wordt in Nederland ingevuld met C-130 Hercules en KDC-10. De C-130 is uitstekend geschikt voor tactische en operationele mobiliteit binnen het theater. In bijzondere omstandigheden kan de C-130 met beperkte lading ook strategische missies uitvoeren, dat willen zeggen, tussen theaters. De KDC-10 kan met zijn *air-to-air refueling* capaciteit (AAR) zowel tactisch, operationeel als strategisch worden ingezet. Voor vervoer van troepen en klein materieel is de KDC-10 met name geschikt voor strategisch transport. Het ontbreekt Nederland echter aan een eigen strategische luchttransportcapaciteit voor groot materieel. Dit wordt deels ingevuld met de Nederlandse deelname aan de *NATO Heavy Airlift Wing* te Papa in Hongarije, die is uitgerust met C-17 vrachtvliegtuigen. De strategische transportbehoefte wordt verder aangevuld door het *European Air Transport Command* in Eindhoven, dat gebruik maakt van de capaciteit van de militaire luchttransportcapaciteit van de aangesloten landen. Hoewel deze internationale verbanden in een behoefte voorzien, dekt met name de zware transportcapaciteit onvolledig de behoefte, noch in capaciteit noch in tijdigheid. In de hierboven genoemde operaties heeft de beschikbaarheid van luchttransport niet geleid tot merkbare beperkingen in de inzetbaarheid van het CLSK of de andere Operationele Commando's die de luchtmacht ondersteunt met luchttransport. Wel blijft de eigen luchttransportcapaciteit op zowel tactisch als operationeel niveau bescheiden ten opzichte van het takenpakket dat voor de defensieorganisatie moet worden uitgevoerd. De beslissing om een aantal extra Chinooks te verwerven, zal op termijn de tactische luchttransport capaciteit, met name ter ondersteuning van het CLAS, vergroten. De samenwerkingsverbanden waaraan Nederland zich in het recente verleden verbonden heeft, vormen een redelijke verzekering dat strategisch luchttransport beschikbaar is, ook en met name in tijden van (internationale) spanning en toenemende vraag naar (militair) luchttransport.

## **ISR en analyse**

Wat betreft de ISR-capaciteit is de situatie ongunstiger. De Apache beschikt weliswaar over *non-traditional ISR*, de F-16 over *RECCE-LITE* en bij onbemande systemen beschikt Defensie over de *Raven* en *Scan Eagle UAV's*, maar het betreft hier allemaal tactische systemen. Ze ondersteunen de inzet van grond- en luchtstrijdkrachten direct, maar kunnen niet of nauwelijks surveillancemissies uitvoeren en zeker geen operationeel inzetgebied afdekken, laat staan, dat ze voor strategische missies geschikt zijn. De geplande aanschaf van een MALE UAV voor tactische en operationele

ISR-taken is wederom uitgesteld. Op dit moment beschikt Nederland niet over enig *spacebased* ISR-middel, waarmee meer strategische en/of operationele doelstellingen zouden kunnen worden ondersteund. De Nederlandse analysecapaciteit is met name op tactisch (ISR-bataljon, ondersteuning *RECCE-LITE*) en strategisch niveau (MIVD) redelijk ontwikkeld. Wat structureel ontbreekt is een capaciteit op operationeel niveau. De huidige, nu in multinationalaal verband speciaal voor MINUSMA in Mali opgezette *All Sources Information Fusion Unit* (ASIFU) vervult die functie wel, maar deze zal na de operatie weer worden ontmanteld. Vooral op het gebied van data-collectie en -analyse dient nog veel te worden ontwikkeld en ingericht.

De tekortkomingen doen zich voornamelijk voor op operationeel niveau, tijdens de aanloop naar, en gedurende de deelname aan een operatie. Tijdens de aanloop naar eventuele deelname is een goede informatiepositie vereist voor politieke en militaire besluitvorming en het leveren van een bijdrage aan het ontwerpen van de operatie. Tijdens de operatie is een goede informatiepositie eveneens van belang om, indien nodig, tijdig een Nederlandse bijdrage bij te sturen en om de uitvoering van het eerder ontworpen plan goed te kunnen realiseren. De bijdrage die de Nederlandse luchtmacht heeft kunnen leveren in de eerder genoemde operaties waren voornamelijk op het tactisch niveau, tijdens de operatie zelf. Bijdragen aan het operationele niveau worden mogelijk met de F-35, MALE UAV en het ruimtedomein SPACE. Analyse op strategisch niveau vindt nu plaats bij de MIVD. De luchtmacht kan hier echter niet aan bijdragen met data afkomstig van eigen sensorcapaciteit.

## **C2**

*Command & Control* is ook een slechts ten dele ontwikkelde capaciteit binnen het Nederlandse luchtwapen. Weliswaar beschikt men met het *Air Operations Control Station* (AOCS) over een gedegen tactische en operationele luchtverdedigings-C2 binnen het Nederlandse luchtruim, maar voor operaties buiten Nederlands grondgebied beschikt men alleen over squadron- of detachement-gebonden C2-ondersteuning op tactisch niveau. Met name de capaciteit om de operaties van een geheel helikopter of F-16 detachement door middel van een ATO te plannen en aan te sturen ontbreekt volledig. CLSK heeft wel de ambitie deze capaciteit te ontwikkelen, maar de plannen voor een *Netherlands Air & Space Operations Center* zijn verre van uitgekristalliseerd. De luchtmacht neemt echter wel deel aan de organisatie en inzet van de NATO *Airborne Early Warning* capaciteit (NAEW) en heeft militairen geplaatst op NATO *Air Operation Centers*.



Het totaalbeeld van de huidige Nederlandse luchtmacht laat zien dat deze vooral op tactisch gebied goed zijn ontwikkeld. Qua wapenpakket en luchttransport heeft Nederland eigenlijk alleen een gebrek aan eigen zwaar strategisch transport. Op ISR en C2 gebied is het beeld minder positief, vooral door tekorten op operationeel en strategisch niveau. Het geheel ontbreken van een *spacebased* ISR-capaciteit en het uitstellen van de aanschaf van een MALE UAV zijn daarvoor een belangrijk onderdeel van.

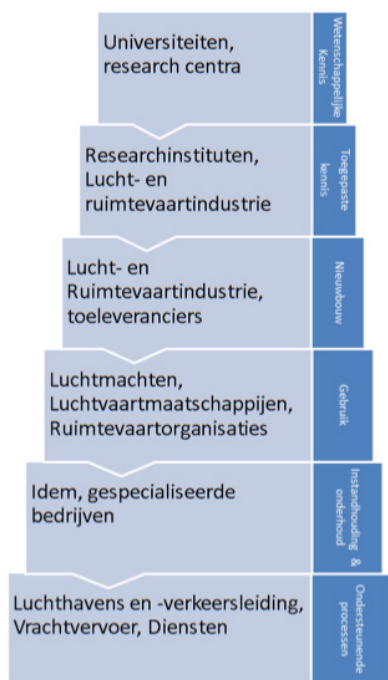
# 3 NEDERLANDSE CIVIELE & MILITAIRE LUCHT- EN RUIMTEVAARTSECTOR

A. Introductie	51
B. Nederlandse lucht- en ruimtevaartkennis	53
C. Luchtvaartindustrie	56
D. Ruimtevaartindustrie	58

# 3 NEDERLANDSE CIVIELE & MILITAIRE LUCHT- EN RUIMTEVAARTSECTOR

## A. Introductie

De verovering van het luchtruim dateert van net voor de Eerste Wereldoorlog. In amper een eeuw tijd heeft de militaire luchtvaart in twee wereldoorlogen een enorme technologische ontwikkeling doorgemaakt, daarbij telkens de weg vrijmakend voor een grote groei van het burgerluchtverkeer. Vanaf de jaren zestig van de vorige eeuw heeft de ruimtevaart zich vanuit de luchtvaart ontwikkeld tot een onmisbare militaire en civiele capaciteit voor informatie en communicatie. De lucht- en ruimtevaart vormt een wereldwijd systeem waarin de waardeketen als volgt is opgebouwd:



FIGUUR 3 DE LUCHTVAART WAARDEKETEN

De internationale lucht- en ruimtevaart industrie heeft een ingewikkeld business-model. De enorme kosten en de complexiteit van de ontwikkeling vraagt om een zo groot mogelijke spreiding van kosten en risico's. In de westerse wereld zijn er slechts enkele *original equipment manufacturers* (OEM's) met een breed civiel en militair portfolio, maar daarnaast bestaan er honderden sterke aerospace-bedrijven met grote kennis en ervaring. Daardoor is in de afgelopen decennia een samenwerkingsmodel ontstaan, waarbij de OEM's zowel de ontwikkeling als de latere productie verzorgen met *first-tier suppliers* in verschillende landen die – veelal gezamenlijk met hun overheden – de financiële en technische risico's mee helpen dragen. Industrieën in landen zoals

Nederland functioneren dan vooral als toeleveranciers, die in ruil voor deze samenwerking compensatieorders bedingen. Deze samenwerkingsverbanden bestaan in de civiele luchtvaart door partijen die bereid zijn te investeren en bij militaire luchtvaart vooral door overheden die ter zake gezamenlijk een militaire behoefte willen vervullen. In de ruimtevaart zijn het vooral de institutionele organen, als NASA en ESA, die de samenwerking bepalen.

**Wereldwijd** bedraagt de omzet van de luchtverkeerssector 750 miljard dollar en de luchtvaartindustrie 500 miljard dollar; de omzet in de ruimtevaartsector komt neer op 320 miljard dollar. De luchtvaartsector is een van de grootste hightech industrieën in ontwikkelde landen. Wereldwijd werken er meer dan 1,2 miljoen mensen in de sector. Daarvan werkte in het jaar 2000 ongeveer 49 procent in de Verenigde Staten en 35 procent in de EU.<sup>34</sup> Traditioneel gezien worden deze cijfers gedomineerd door Noord Amerika en West Europa, maar momenteel vindt er een verschuiving plaats naar het Midden- en Verre-Oosten. Ook in de ruimtevaartsector vind er een verschuiving plaats. Steeds meer landen buiten de OESO worden actief op het gebied van ruimtevaart; met name Brazilië, China en India.<sup>35</sup> Dit biedt zowel kansen voor het bedrijfsleven als een toename van concurrentie op de wereldmarkt. Wereldwijd opereert de militaire luchtvaart een stabiel aantal van rond de 90.000 vliegtuigen. Het geregelde luchtverkeer maakte in 2015 gebruik van een vloot van 26.000 vliegtuigen, met een verwachte stijging van zo'n 1.000 vliegtuigen per jaar. Samen met vervanging van verouderde vliegtuigen moeten jaarlijks 1.500 tot 2.000 nieuwe verkeersvliegtuigen voor de wereldmarkt worden gebouwd.<sup>36</sup>

De **Europese lucht- en ruimtevaartindustrie** heeft zich verenigd in AeroSpace & Defence Industries Association of Europe (ASD). De Europese aerospace-industrie heeft een aandeel van 40% in de wereldwijde omzet en geeft aan 570.000 Europeanen werk. De omzet van de Europese luchtvaartindustrie van € 140,5 miljard per jaar bestaat voor 65% uit civiele opdrachten en voor 35% uit militaire opdrachten.<sup>37</sup> Hoewel de ontwikkelingen van aerospace technologie voor de civiele markt en voor de militaire van elkaar verschillen zijn ze wel complementair. Waar het bij de ontwikkeling van militaire technologie gaat om betere aerodynamische en voortstuwingsprestaties, alsmede de ontwikkeling van geïntegreerde boordsystemen, draait bij de ontwikkeling van civiele technologie alles om zaken als de vergroting van de efficiency (verlaging van de stoel-kilometerprijs) door toepassing van lichtgewicht materialen, verminderde onderhoudslast, en zuinige en geluidsarme motoren. Europese aerospace-bedrijven geven bij elkaar € 16 miljard per jaar uit aan research & development (R&D), ruim 11% van de omzet. Dat is veel meer dan in de meeste industriële sectoren. De Europese

ruimtevaartomzet van € 11,5 miljard komt voor 90% uit civiele (institutionele) activiteiten, zoals het European Space Agency (ESA). Voor de ontwikkeling van de sector is het tevens van belang te constateren dat, zoals gesteld in de defensie industrie strategie (DIS), '[t]er bescherming van wezenlijke belangen van nationale veiligheid (...) bij lidstaten een voorkeur [overheerst] voor de nationale industrie bij de aanschaf van defensie-materieel.'<sup>38</sup> Het gevolg hiervan is niet alleen de dat de markt in Europa gefragmenteerd blijft, maar ook dat er duplicatie blijft bestaan in ontwikkeling en productie. Daarnaast is er in bepaalde delen van de defensiesector, bijvoorbeeld de marinebouw, sprake van overcapaciteit.

Ter reflectie op de aard en omvang van de Nederlandse lucht- en ruimtevaartsector is het nuttig om deze tevens af te zetten ten opzichte van de wereldwijde omzet in de **defensie-en veiligheidssector**. In 2014 bedroeg deze omzet bijna € 500 miljard. Zo'n 9,5 miljard hiervan werd in Nederland gegenereerd. Afgezet tegen de totale grootte van de Nederlandse economie lijkt dit wellicht niet heel veel, maar er werken 73.000 mensen in deze sector. Tegelijkertijd is het zo dat Nederland 'een [Defensie en Veiligheid Industrie] DVI [heeft] met relatief weinig leveranciers van complete wapensystemen, maar veel midden- en kleinbedrijven (MKB) als toeleveranciers van (deel)systemen en componenten.' Zo stelt de DIS, '[is] De Nederlandse industrie (...) vooral een toeleverende industrie die in het verleden met behulp van compensatie een positie kreeg in die ketens.'<sup>39</sup> De sector is daarmee, ook in het kader van werkgelegenheid, belangrijk voor de nationale economie.

€ IN 2014	WERELD	EUROPA	NEDERLAND	NL % VS W & EU
Omzet	M€ 498.000	M€ 152.000	M€ 9.560	W: 1,9 EU: 6,2
Toegevoegde waarde	M€ 273.000	M€ 84.000	M€ 5.206	W: 1,9 EU: 6,2
FTE	9.700.000	1.500.000	73.000	W: 0,8 EU: 4,9

FIGUUR 4 OMZET IN DE DEFENSIE EN VEILIGHEIDSECTOR: WERELD, EUROPA EN NEDERLAND

## B. Nederlandse lucht- en ruimtevaartkennis

Er is sprake van een gecombineerde lucht- en ruimtevaartsector in Nederland. De technologie kent veel overlap. Kenmerkend voor de lucht- en ruimtevaart is dat deze wereldwijd als spijttechnologie geldt en dat een substantieel deel van de financiële, personele en materiële capaciteit in kennisopbouw en -toepassing zit. Technische universiteiten, researchinstututen en -afdelingen bij de industrie en gebruikers hebben in nog geen honderd jaar de huidige lucht- en ruimtevaart doen ontstaan en zijn ook

voor de toekomstige ontwikkeling van cruciaal belang. De Nederlandse sector richt zich vooral op de ontwikkeling en toelevering van hoogwaardige componenten in de verschillende innovatie- en productieketens. Een deel van de sector heeft zich gespecialiseerd in onderhoud aan luchtvaartuigen, een ander deel neemt als partner of toeleverancier deel aan veelal buitenlandse lucht- en ruimtevaartprojecten. De sector kenmerkt zich verder door een behoorlijke mate van institutionalisering en regulering, met een sterke rol voor de overheid. Naast als wet- en regelgever, is de overheid in bepaalde deelsectoren – zoals de opbouw van een satelliet-infrastructuur en de militaire lucht- en ruimtevaart – leidend aan zowel de voorkant (ontwikkeling) als de achterkant (gebruik) van de innovatie- en productieketens.

De Nederlandse lucht- en ruimtevaartsector neemt op bescheiden schaal, maar zeker in alle schakels van de aan het begin van dit hoofdstuk geschetste internationale waardeketen, deel aan de mondiale lucht- en ruimtevaart. Nederland bezet in het Europese krachtenveld zowel qua omzet als werkgelegenheid de zesde plaats na Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Italië en Spanje. Uitgaande van de brede begripsbeschrijving van de lucht- en ruimtevaartsector, biedt de Nederlandse lucht- en ruimtevaartsector werkgelegenheid aan zo'n 125.000 werknemers en draagt de jaarlijkse omzet € 15 miljard, meer dan 2,5%, bij aan het BBP.<sup>40</sup>

Met betrekking tot aanwezige kennis op het gebied van lucht- en ruimtevaart heeft Nederland relatief veel te bieden en met de Afdeling Lucht- en Ruimtevaarttechniek van de TU Delft, het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR), zelfstandige ingenieursbureaus en de researchafdelingen van de industrie heeft het een vooraanstaande plaats in de wereld. Als een van de weinige kleinere landen beschikt Nederland dankzij een aantal van deze spelers nog steeds over de unieke integrale systeemkennis die nodig is voor de vliegtuigbouw. Daarnaast loopt Nederland voorop in de toepassing van lichtgewicht composietmaterialen in de lucht- en ruimtevaart, bewegende vliegtuigdelen, onderstellen en elektrische bekabeling. In de ruimtevaart heeft Nederland een goede naam bij het ontwikkelen en produceren van satellietssystemen, zonnepanelen en robotica. De opgedane *know-how* in de kennisinstituten in eigen land en via internationale verbanden is toepasbaar in zowel de militaire en civiele luchtvaartindustrie en komt uiteindelijk ook de gebruikers van de lucht- en ruimtevaart ten goede.

Nederland beschikt over verschillende instellingen die internationaal helpen om Nederlands onderzoek en onderwijs in de lucht- en ruimtevaart op de kaart te zetten. Hiertoe behoren de universiteiten in Delft, Leiden, Wageningen, Twente/ITC, Utrecht en Groningen die

opleidingen en programma's herbergen op gebieden zoals lucht- en ruimtevaart, astrofysica, water, landbouw en geo-informatie. De faculteit Lucht- en Ruimtevaarttechniek in Delft is zelfs de grootste in z'n soort in Europa.<sup>41</sup> Het onderzoek aan deze faculteit omvat onder andere aerodynamica, controle en simulatie, materiaalonderzoek en space systems engineering. In Twente ligt de nadruk op downstream met geo-informatie en aardobservatie. Naast universiteiten ontplooiën nog andere instellingen lucht- en ruimtevaartonderzoek zoals TNO, NLR, en het KNMI, dat zich onder andere met dampkringanalyse bezig houdt. Een andere grote speler, het SRON, houdt zich bezig met ontwikkeling van satellietinstrumenten en astrofysisch onderzoek.

De aanwezigheid van ESTEC in Noordwijk vormt een zeer belangrijke factor die het voortbestaan van de space-kennisinfrastructuur garandeert als 4<sup>e</sup> grootste kennisinstelling van Nederland na Deltares, TNO en FOM.<sup>42</sup> Bij ESTEC zijn veel onderzoeks- en testfaciliteiten ondergebracht. Hoewel deze in het kader van Europese initiatieven worden ondernomen, vormen zij ook een belangrijk deel van de in Nederland aanwezige kennis. ESTEC houdt zich voornamelijk bezig met het, in al haar facetten, voorbereiden van missies, beschikt over een testcentrum voor satellieten en heeft verschillende laboratoria waar instrumenten en platformen worden ontwikkeld en getest. Daarnaast speelt ESTEC ook een belangrijke rol bij het coördineren van onderzoeksactiviteiten door universiteiten en andere instellingen in heel Europa.<sup>43</sup>

Een bemoedigende statistiek is dat volgens de HTSM Roadmap space *'[t]he volume of R&D [in Nederland] amounts to approximately one third of the annual turnover, of which 5-8% is self-funded.'* Daarnaast tekent de roadmap aan dat 80% van de werknemers in de sector over een HBO of universitair diploma beschikt.<sup>44</sup> Aan de andere kant blijft het aantal patentaanvragen op het gebied van ruimtetechnologie achter bij het OESO-gemiddelde, en is ten opzichte van de periode 2001-2003 zelfs flink gedaald. Voor elke twee patenten die in de hele OESO zone worden geregistreerd wordt in Nederland nauwelijks één patent bijgeschreven. Voor 2 patenten in de OESO komt de VS tot 2,5, en Rusland zelfs op tien uit.<sup>45</sup> In de luchtvaartsector, spreekt de HTSM Roadmap van R&D investeringen van 8%.<sup>46</sup> Om te zorgen dat kennis behouden blijft in de Nederlandse driehoek stelt de defensie industrie strategie voor dat 'het bedrijfsleven en de kennisinstellingen (...) meer dan in het verleden [zullen] worden uitgenodigd om al voorafgaande aan de behoeftstelling te participeren. Dit wordt onder meer vormgegeven met een innovatietool zoals *Concept Development & Experimentation (CD&E)*.<sup>47</sup> Zo beschikt de Commissie Defensie Materieelontwikkeling (CODEMO) over een fonds om bedrijven in de gelegenheid te stellen om innovatieve producten te maken die kunnen worden doorontwikkeld tot daadwerkelijke capaciteiten.<sup>48</sup>

## C. Luchtvaartindustrie

Nederland neemt op bescheiden schaal in alle schakels van de hiervoor geschetste internationale waardeketen deel aan de mondiale lucht- en ruimtevaart. Tot in het midden van de jaren '90 van de vorige eeuw beschikte Nederland over een zelscheppende luchtvaartindustrie, voornamelijk gevormd door Fokker en aan Fokker gelieerde bedrijven. Na het faillissement in 1996 zijn delen van Fokker zelfstandig doorgegaan of overgenomen door bestaande bedrijven. Dit industriële conglomeraat, hoewel niet meer zelscheppend, bestaat in gewijzigde vorm nog steeds. Grote bedrijven zijn Fokker Technologies te Papendrecht, Hoogeveen, Woensdrecht en Helmond, alsmede KLM Maintenance & Engineering op Schiphol-Oost. Het Logistiek Centrum Woensdrecht is een onderhoudscluster voor de militaire luchtvaart met zo'n 1.000 medewerkers.<sup>49</sup> De overname van Fokker in 2015 door het Britse GKN zou geen grote invloed gaan hebben op de positie van Fokker op de internationale markt.<sup>50</sup> Tevens zou de werkgelegenheid ten opzichte van 20 jaar geleden nog vrijwel in stand zijn gebleven.<sup>51</sup> Buiten Fokker is er nog een aantal andere bedrijven dat een belangrijke rol speelt in de sector. Hieronder vallen onder andere TenCate (composites), Siemens Breda (simulation software), Viro (ontwikkeling vliegtuigonderdelen), Cimcoll (metaalbewerking), NACO (airport design, deel van Royal Haskoning), Chromealloy (gasturbines), PM Aerotech (metaalbewerking en mechanica), Airborne (composieten automatisering), Aeromatic (cooling turbines A330, KC47) en Aero (machine parts van straalmotoren).

Qua cijfers over de omvang van de sector doen verschillende getallen de ronde. Het sectorplan luchtvaart 2013-2015 schetst de bijdrage van de luchtvaart aan de Nederlandse economie als volgt: De directe bijdrage van het vliegverkeer (luchtvaartmaatschappijen en luchthavens) aan het Bruto Binnenlands Product (BBP) komt uit op € 7,7 miljard en per jaar 73.000 banen. De Nederlandse luchtvaartindustrie, goed voor € 2,8 miljard bbp-bijdrage en 17.400 banen, draagt voor een belangrijk deel (m.n. onderhoudsdivisies van luchtvaartbedrijven) bij aan het vliegverkeer. Daardoor komt het totaal aan directe bijdragen van de burgerluchtvaart uit op € 9,5 miljard per jaar (1,6% van het BBP) en 85.000 banen (1,2% van de werkzame beroepsbevolking).<sup>52</sup>

Indirecte bestedingen van luchtvaartmaatschappijen, buitenlandse bezoekers en andere partijen voegen buiten de directe luchtvaart nog eens € 5,9 miljard aan het BBP toe en leveren 131.000 banen op. Tenslotte trekt het Nederlandse netwerk van luchtverbindingen Nederlandse en buitenlandse bedrijvigheid aan, zoals bijvoorbeeld multinationals, handelshuizen, financiële instellingen en distributieorganisaties. Deze 'katalytische' werkgelegenheid wordt geschat op 120.000 banen en een BBP-bijdrage



van € 16 miljard.<sup>53</sup> De burgerluchtvaart, met Mainport Schiphol als kern, levert dus een niet te verwaarlozen aandeel aan de Nederlandse economie.

Cijfers van het NAG laten een ietwat ander beeld zien. Volgens deze organisatie presteerde de Nederlandse luchtvaartindustrie in de afgelopen vijf jaar met een gemiddelde jaarlijkse groei van 5,4% aanzienlijk beter dan de industrie in zijn totaliteit. De totale omzet bedraagt € 3,9 miljard, waarvan 69% wordt geëxporteerd. De omzetverdeling is als volgt: 50% onderhoud van vliegtuigen en motoren (met KLM Maintenance & Engineering als grootste partij), 23% vliegtuignieuwbouw (met Fokker/GKN als grootste partij), 13% luchthavenontwikkeling en 15% logistiek.<sup>54</sup> In engere zin zijn in de Nederlandse vliegtuignieuwbouw en onderhoudsindustrie meer dan honderd bedrijven actief met 15.000 medewerkers, zo'n 5.000 in de nieuwbouw en zo'n 10.000 in de *maintenance, repair & overhaul* (MRO).<sup>55</sup>

Hoewel Nederland geen OEM bedrijven meer binnen de grenzen heeft, blijft het actief met het fabriceren van bekabeling toegewijdt aan integratie van steeds meer verfijnde sensoren, en het maken van vliegtuigonderdelen op basis van moderne kunststofvezels en composieten. De concurrentie in deze deelgebieden komt voornamelijk uit het Verenigd Koninkrijk en Spanje.<sup>56</sup> Een deel van het comparatieve voordeel voor Nederlandse bedrijven zit daarbij in het feit dat zij snel aan meerdere afnemers kunnen leveren.<sup>57</sup> De luchtvaartmaakindustrie treedt daarmee in de civiele luchtvaart op als toeleverancier aan de grote internationale vliegtuigbouwers Boeing, Airbus, en anderen. Inzake militaire opdrachten gaat het dan vooral om compensatie- of co-productieopdrachten die voortvloeien uit militaire vliegtuig- of helikopter-aanschaffingen bij bedrijven als Lockheed Martin en Boeing. Een andere belangrijke tak – waarin Nederlandse bedrijven in deze sector zo'n 2/3 van hun omzet binnenhalen – is maintenance. Vanwege het onderhoud dat composieten vergen en het feit dat het gebruik ervan in de komende jaren – o.a. met de ingebruikname van de F-35, NH-90 en mogelijk de MQ-9 – sterk zal gaan toenemen maakt dat dit onderhoud een sterk groeiende markt zal gaan worden met groeicijfers boven de 10%. Nederlandse bedrijven kunnen hiervan als goed gepositioneerde partijen zeker meeprofiteren.<sup>58</sup>

De kracht van de Nederlandse luchtvaartsector zal in de komende jaren komen te liggen op het vlak van ontwikkeling en toepassing van hoogwaardige technologie. De samenwerking tussen de sector en instellingen zoals de TU Delft in het *Aerospace Cluster* is daarvan een goed voorbeeld. In projectverband wordt de toon gezet met TAPAS2, een samenwerking tussen Airbus en een aantal Nederlandse partijen waaronder Fokker en tenCate, wat in 2014 verlengd is met een budget van zo'n

€ 24 miljoen.<sup>59</sup> Tevens is de ontwikkeling van hoogwaardige composieten zoals het in de Airbus A380 toegepaste GLARE een goed voorbeeld van samenwerking tussen Nederlandse kennisinstituten en de industrie. De verregaande groei in de commerciële luchtvaart en de noodzaak tot gebruik van lichtere en duurzamere materialen vanuit milieuoverwegingen geven de Nederlandse sector een extra voordeel.<sup>60</sup> Vanuit het perspectief dat verdere integratie van sensorentechnologie in deze sector door moet worden gevoerd is de stap tot nauwere samenwerking tussen het NLR en NEVASCO een andere belangrijk initiatief.<sup>61</sup> Het NLR stelt zichzelf ook ten doel om zich toe te gaan leggen op 'nieuwe sensoren voor toepassingen in avionicasystemen.'<sup>62</sup> Ook op het gebied van simulatie en CD&E speelt integratie van sensoriek in vliegtuigtechnologie een belangrijke rol.

#### D. Ruimtevaartindustrie

Hoewel de omvang van de Nederlandse ruimtevaartsector beperkt is, onderscheidt deze zich internationaal door het innovatieve karakter op bepaalde toepassingsgebieden. Toepassingen waar Nederland een duidelijk wereldwijd industrieel leiderschap heeft bestaan onder andere op het gebied van weer- en atmosferanalyse, communicatie en media, aardoppervlaktebeweging en voertuignavigatie.<sup>63</sup> De Nederlandse ruimtevaart-industrie bouwt hardware voor een groot aantal (internationale) ruimtevaartprojecten (upstream) en tegelijkertijd zijn Nederlandse bedrijven ook in toenemende mate actief op de groeiende markt voor de toepassing van ruimtevaartdata (downstream).

Alhoewel de Nederlandse ruimtevaartsector beperkt is in haar omvang, zijn Nederlandse bedrijven en kennisinstituten wel in staat om zich internationaal te onderscheiden. De aanwezigheid van grote organisaties zoals ESA/ESTEC, *Airbus Space and Defense* en *Moog/Bradford* spelen daarbij ook een belangrijke aantrekkende rol voor nieuwe bedrijven om zich in Nederland te vestigen, vormen samen met een groot aantal kleinere ondernemingen, producten op wereldniveau en de ruggengraat van de Nederlandse ruimtevaartsector.<sup>64</sup> De belangrijkste institutionele speler in Nederland is het *Netherlands Space Office* (NSO), de ruimtevaartorganisatie die het Nederlandse ruimtevaartprogramma ontwikkelt en uitvoert, en de Nederlandse belangen binnen internationale ruimtevaartorganisaties zoals de ESA en NASA behartigt.<sup>65</sup> *Lucht- en Ruimtevaart Nederland* (LRN) is daarnaast een prominente brancheorganisatie waarbinnen, naast de luchtmacht, bedrijven uit de lucht- en ruimtevaartsector vertegenwoordigd zijn.<sup>66</sup> Tenslotte is er nog het *Holland Space Cluster* (HSC), een platform waarbinnen bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheden samenwerken aan het versterken van de Nederlandse ruimtevaart<sup>67</sup> en nieuwe initiatieven als NEVASCO (NEtherlands Value Adding Services Companies).

In totaal werken er zo'n 800 mensen verdeeld over iets meer dan 70 organisaties in de upstream sector. De verwachte totale omzet van deze bedrijven is zo'n € 178 miljoen.<sup>68</sup> De Nederlandse ruimtevaartindustrie kent daarnaast twee gezichten: Nederland draagt met jaarlijks € 77 miljoen voor ongeveer 4,5% bij aan de gezamenlijke programma's van ESA. Daarbij gaat het om de bouw van lanceerplatforms en satellieten, alsmede voortdurend ruimteonderzoek (upstream). Het ESA-centrum voor ruimtevaartresearch (ESTEC) in Noordwijk levert revenuen voor de Nederlandse economie op die ruim viermaal de Nederlandse bijdrage vormen. Daarnaast ontvangt de ruimtevaart-maakindustrie (met Airbus Defence & Space Netherlands als kern) opdrachten van ESA voor onderdelen van de programma's. Het andere deel van de ruimtevaart betreft de commerciële verwerking en distributie van data die satellieten produceren (zoals aardobservatie, weersvoorspelling, plaatsbepaling en communicatie).

De commerciële sector speelt een steeds belangrijkere rol binnen de ruimtevaart, ook in productie en exploitatie van satellieten en raketten. Dit deel van de ruimtevaartsector, het upstream deel, laat dan ook groei zien. De verwachting is dat deze groei komende jaren doorzet. Volgens cijfers van de OESO was de totale omzet van de *space economy* in 2013 wereldwijd zo'n \$ 256 miljard. Deze omzet is verdeeld over *space manufacturing supply chain* (33%), *satellite operators* (8.4%) en *consumer services* (58%).<sup>69</sup> Wanneer wordt gekeken naar de budgetten per land dan komt het volgende beeld naar voren.

	RUIMTEVAART BUDGET, 2013	BUDGET PER CAPITA
VS	M\$ 39.332.2	123.2
CHN	M\$ 10.774.6	7.9
RUS	M\$ 8.691.6	61.0
DEU	M\$ 1.626.6	20.1
NLD	M\$ 110.5	6.6

FIGUUR 5: RUIMTEVAARTBUDGET PER LAND PER CAPITA<sup>70</sup>

Op het gebied van fabricage van ruimtevaartonderdelen is een grote groep Nederlandse ondernemingen actief. Zo is bijvoorbeeld het Nederlandse Ten Cate bezig met de ontwikkelingen en productie van hightech materialen voor satellieten.<sup>71</sup> Sterke 'technologietransfer' is er bovendien door Nederlandse ruimtevaarttechnologie waar Nederlandse industrieën en bedrijven aan meewerken. Voorbeelden zijn ASML's chipproductie ten behoeve van optische en thermische technologieën alsmede de medische industrie die profiteert van de ontwikkeling van optica en sensoren in de

ruimtevaartsector.<sup>72</sup> Verdere versteviging van deze banden zijn in het belang van de ruimtevaartsector, vooral voor technologische ontwikkelingen op het gebied van materialen, miniaturisatie en verdere integratie van technieken.

De ruimtevaart-maakindustrie in Nederland richt zich ook op de ontwikkeling van instrumenten, systemen en componenten. Het gaat onder andere om instrumenten ten behoeve van astrofysica en optische instrumenten. Een recent initiatief is het Dutch Optics Center (DOC), een samenwerking tussen TNO en de TU Delft, gericht op het versterken van de mogelijkheden van bedrijven op het gebied van *optics* en *high-precision opto-mechanics*, onder andere voor satellieten. Het DOC moet er voor zorgen dat Nederlandse bedrijven in 2020 op het gebied van optische instrumenten een sterke internationale concurrentiepositie hebben. Andere partijen zoals de Universiteiten van Twente en Eindhoven worden momenteel benaderd om bij te dragen aan het DOC.<sup>73</sup>

Ruimtesystemen en componenten omvatten onder andere de ontwikkeling van zonnepanelen, ontstekers voor lanceerraketten, en meetinstrumenten voor atmosfeer en weer. Ook het inwinnen, verwerken en toepassen van geo-informatie valt hieronder.<sup>74</sup> Veel instrumenten die worden ontwikkeld en gemaakt zijn niet commercieel voorhanden, en worden dus door internationale consortia ontwikkeld, waarin Nederlandse partijen zoals het SRON deelnemen.<sup>75</sup>

In de markt voor sensoren zijn er veel Nederlandse bedrijven en organisaties met vaak goed ontwikkelde kennis en expertise, die ook marktpotentieel heeft. Daarnaast spreekt uit agenda's zoals die van de Topsectoren een duidelijke ambitie ten aanzien van data verkregen uit satellieten en remote sensoren, waar het ministerie van Defensie bij kan aansluiten. Ook op het vlak van geo-informatie en data-analyse hebben Nederlandse bedrijven en organisaties, vaak ook gelieerd aan kennisinstellingen, behoorlijke expertise in huis. De sterke ontwikkelingen op en het groeiend belang van aardobservatie mede door de uitrol van het EU Copernicus-programma, verbreedt bovendien de afzetmarkt voor de hoogtechnologische Nederlandse instrumenttechnologie aanzienlijk.<sup>76</sup>

Op basis van de meest recente cijfers blijkt de aardobservatiemarkt (die zich grotendeels met sensoren en toepassingen ervan bezighoudt) in Nederland een omvang te hebben van € 59 miljoen, en telt het 120 bedrijven en zo'n 700 werknemers.<sup>77</sup> Ten opzichte van de Europese downstream-aardobservatiesector omzet kent Nederland diverse verschillen. Zo haalt de Nederlandse markt 40% van de

omzet uit de sector energie en natuurlijke hulpbronnen, waar de gehele Europese sector hier slechts 14% uit haalt.<sup>78</sup> Daarnaast valt op dat 30% van de omzet uit AO-downstream in Europa toe te schrijven is aan de publieke veiligheidssector<sup>79</sup>, terwijl dit percentage in Nederland op 16% ligt.<sup>80</sup> Er lijkt daarmee onontgonnen potentieel te zitten in verdere downstream ontwikkeling van veiligheidstoepassingen van aardobservatie in Nederland.

# 4 AMBITIES VAN DE LUCHTMACHT

## 4 AMBITIES VAN DE LUCHTMACHT

De internationale vervlechting van de lucht- en ruimtevaartindustrie heeft ook z'n weerslag op Europese defensiesamenwerking, en omgekeerd. Het European Defense Agency (EDA) is een van de organisaties die de ambities van de sector in Europa helpt vorm te geven. In haar laatste jaarrapport benadrukt het EDA een aantal technologische ontwikkelingslijnen waaronder *air-to-air refuelling*, een Europees MALE RPAS programma en een samenwerkingsmodel om Europese satellieten te ontwikkelen.<sup>81</sup> Het voorgaande jaarrapport sprak meer specifiek over ambities met de industrie, hierbij wordt de focus gelegd op de rol die het MKB speelt, en kan spelen, in de sector. Maar meer dan focussen op specifieke projecten wordt er – afgezien van het RPAS project – gesproken over het transparant maken van de Europese defensiemarkt en het verbeteren van toegang tot ontwikkelingsgeld.<sup>82</sup>

In zijn *Guidance Speerpunten*,<sup>83</sup> geeft de Commandant der Strijdkrachten (CDS) aan dat hij voor de vernieuwing van het operationeel domein vier ontwikkelthema's identificeert: Informatie Gestuurd Optreden (IGO), Cyber, Onbemande Systemen en het Reduceren van de (logistieke) voetafdruk. De strategische betekenis voor de Nederlandse defensieorganisatie is met het uitbrengen van een Defensie Strategie-, Kennis- en Innovatieagenda (SKIA) door het vorige kabinet onderstreept en van belang voor een moderne en betaalbare defensieorganisatie.<sup>84</sup> Ook de regering ziet innovatiebeleid als een belangrijk onderdeel van economisch beleid, nodig voor het versterken van de internationale concurrentiekracht. Voor Defensie is concurrentiekracht in een 'markt' waarin de behoefte aan veiligheid zeer divers is en zich snel ontwikkelt van groot belang. Technologische ontwikkelingen gaan in hoog tempo door. Civiele technologieën worden in toenemende mate gebruikt voor militaire toepassingen. Defensie oriënteert zich voortdurend op nieuwe technologische ontwikkelingen en de kansen én bedreigingen die daarvan uitgaan. Tegelijkertijd mogen militaire capaciteiten niet steeds meer kosten. De grote uitdaging betreft de gegarandeerde en betaalbare toegang tot geavanceerde technologie op het gebied

van lucht- en ruimtevaart. De ontwikkeling van een krachtige lucht- en ruimtevaartcluster in Nederland kan helpen deze uitdaging met succes aan te gaan.

Voor het luchtmacht domein heeft het NLR de volgende speerpunten geformuleerd:

- 1) Luchtwaardigheid, Certificatie en Kwalificatie (LCK): specifieke gebieden die aan de orde komen zijn onder andere certificatieprocessen, kwalificatiemethodieken, vliegeigenschappen en prestatie modellen.
- 2) Simulatie: om aan de ambities van Defensie te kunnen voldoen zal de simulatietechnologie moeten inspelen op de toenemende complexiteit van het militair optreden.
- 3) Instandhouding van militaire luchtvaartuigen: het opbouwen en/of verdiepen van kennis op het gebied van nieuwe materialen, technieken en onderhoudsprocessen is nodig.
- 4) Adaptief luchtoptreden in irreguliere conflicten: recente gewapende conflicten tonen aan dat tegenstanders steeds beter en sneller inspelen op toegepaste Westerse tactieken. Het doel van het programma is daarom afdoende kennis te ontwikkelen over geavanceerde automatisering en mens-machine systemen die de operator in staat stellen zich voortdurend aan te passen aan de steeds veranderende omgeving: tijdens missies en gedurende het verloop van een operatie. Op dit punt zal het NLR zich voornamelijk bezighouden met hoe besluitvormingsprocessen verbeterd kunnen worden.
- 5) Operational Test and Evaluation (OT&E) in invoering F-35: een *Low Observable sensor*- en *Electronic Warfare*-wapenplatform. Het ministerie van Defensie moet dit nieuwe wapenplatform en de nieuwe concepten kunnen beproeven tijdens de OT&E.

Het vierde punt toont aan dat het NLR zich niet alleen richt op de industrie vanuit een technisch-industrieel oogpunt, maar ook de strategische implicaties van ontwikkelingen van de context hierin meeneemt.

In het document 'In het belang van Nederland'<sup>85</sup> staat voor de luchtmacht de verwerving van de F-35 centraal. Hierbij is gesteld dat deze aanschaf verschillende gevolgen heeft voor de Nederlandse industrie en kennisbasis. Zo bestendigt deze keuze 'de kansen van Nederlandse bedrijven op hoogwaardig werk', zowel bij de productie als de instandhouding. Tevens zal dit 'tot nieuwe inzichten en toepassingen [gaan] leiden' waarin kennisinstituten en bedrijven een rol kunnen gaan spelen. Voor de industrie is belangrijk dat met deze aanschaf een verdere beweging wordt gemaakt richting 'genetwerkt optreden' waarbij 'sterk verbeterde waarnemingscapaciteiten' –



oftewel de rol van informatie en *Big Data* analyse - een steeds grotere rol gaan spelen, en ook internationale samenwerking een (nog) belangrijkere dimensie gaat worden.<sup>86</sup> Een dergelijke ontwikkeling vraagt ook nauwere samenwerking tussen bedrijven uit de lucht- en ruimtevaartindustrie en andere sectoren.

Gesteld kan worden dat de Nederlandse ambities voor de sector in beginsel stroken met die op Europees niveau. Aan de ene kant is het goed dat daarbij wordt gefocust op de sterke kanten van de sector in Nederland –vooral de maakindustrie- terwijl de balans tussen economische en milieuoverwegingen in het licht van toenemende internationale concurrentie moeilijke blijkt, zeker op korte(re) termijn. Positief is de ambitie om de civiele en militaire industrieën meer van elkaar te laten leren, en meer *dual-use* instrumenten te gaan ontwikkelen, iets dat ook vanuit de Europese Commissie wordt aangemoedigd.<sup>87</sup>

Binnen het kader van de defensiebrede ambities heeft de luchtmacht haar eigen ambities beschreven in het CLSK 3.0 innovatieproject. Hiervoor is een ‘garagebox’ gecreëerd genaamd *AIR* (Ambition Innovation Results) dat ‘de motor binnen CLSK 3.0 [moet zijn] om innovatie op gang te brengen. (...) Daarbij staat AIR bewust los van de staande luchtmacht organisatie om tijd en ruimte te krijgen en nieuwe inzichten te vergaren hoe het CLSK – soms radicaal – kan innoveren.’<sup>88</sup>

De ambities van de luchtmacht binnen het bredere defensiekader zijn vastgelegd in het Masterplan CLSK 3.0, en het Luchtmacht Kennis en Innovatie Plan (LuKIP). Het LuKIP draagt bij aan het Defensie Kennis en Innovatie Plan (DKIP). In het DKIP vindt de toewijzing van middelen plaats over de diverse kennis- en innovatiegebieden.

Het Masterplan CLSK 3.0 beschrijft de volgende zes strategische doelstellingen:<sup>89</sup>

- 1) Een **adaptieve, toekomstbestendige organisatie**; innovatie als continue proces. Het gaat daarbij niet alleen om technologische innovatie, maar ook om sociale en culturele innovatie. Het succes is vooral afhankelijk van de mate waarin het CLSK er in slaagt om de activiteiten op beide fronten op elkaar af te stemmen, zodat ‘harde’ en ‘zachte’ innovatie elkaar versterken.
- 2) **Vernieuwing operationeel domein**; vernieuwing van de C4ISR capaciteit (Air C2, ISR, IGO, Ruimte), het vergroten van de operationele effectiviteit (precisie en gewenst effect, innovatieve trainingsconcepten) en de introductie van nieuwe capaciteiten (F-35, MQ-9, modernisering helikoptervloot, SMART-L radar, *Special Operations Forces* (SOF) capaciteit).

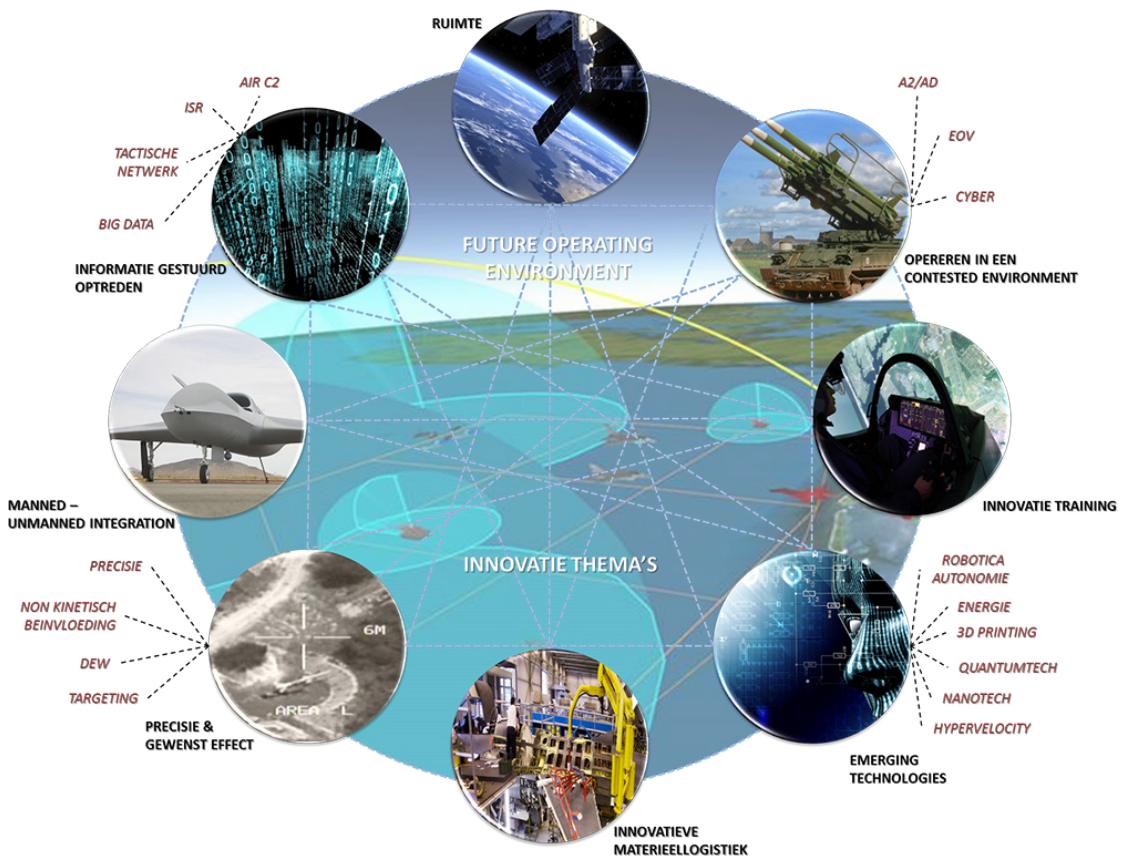
- 3) **Verbeteren beschikbaarheid**; optimaliseren van de materieelketen en de mogelijkheden van 3D-printen en andere nieuwe technologieën optimaal gebruiken.
- 4) **Versterken samenwerking**; het CLSK werkt niet zelfstandig naar de toekomst toe, maar betreft haar omgeving middels een open innovatieproces. Daar waar mogelijk wordt, niet alleen operationeel en logistiek, maar ook op kennis- en innovatiegebied, intensief samengewerkt met (inter)nationale partners.
- 5) **Versterken rol van CLSK als autoriteit lucht en ruimte**; het continue verbeteren van het kennis & innovatieproces en het realiseren van effectief kennismanagement.
- 6) **Borgen relevantie van het CLSK.**

Het LuKIP beschrijft hoe de Commandant Luchtstrijdkrachten (C-LSK) invulling geeft aan zijn verantwoordelijkheid om als autoriteit luchtoptreden te sturen op kennisontwikkeling en innovatie in het lucht- en het ruimedomein, en waar de luchtmacht op korte, middellange en lange termijn in kennis moet investeren om relevant te blijven. Op basis van de strategische doelstellingen van Defensie en de Luchtmacht en de geïdentificeerde en geleerde operationele lessen, heeft C-LSK voor 2017 de volgende acht innovatiethema's vastgesteld (zie ook onderstaande afbeelding):

- 1) **Informatie Gestuurd Optreden (IGO)**; IGO wordt de kern van militair opereren en draagt bij aan de benodigde besluitvormingsdominantie. De bijbehorende sub-thema's zijn: Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (ISR); Air Command & Control (Air C2); Big Data en Network Enabled Capabilities (NEC).
- 2) **Precisie & Gewenst Effect**; een unieke informatiepositie en de daaruit volgende besluitvormingsdominantie moet uiteindelijk resulteren in het juiste effect, op de juiste tijd en plaats. De daar bij behorende sub-thema's zijn: *Non Lethal Weapons* (NLW); Niet Kinetische Beïnvloeding; *Targeting* en *Directed Energy Weapons* (DEW).
- 3) **De Ruimte**; militair gebruik van de ruimte draagt bij aan informatie en connectiviteit voor de benodigde besluitvormingsdominantie. De omstandigheden in het ruimedomein en het gebruik ervan door anderen zorgen echter ook voor nieuwe dreigingen, waartegen wij bescherming moeten bieden.
- 4) **Opereren in een Contested Environment**; dit is onveranderd het uitgangspunt voor toekomstige operatiegebieden. CLSK blijft daarom innoveren en kennis vergroten op het gebied van de sub-thema's: *Anti Access/Area Denial* (A2/AD); Grond- en luchtdreiging); *Electronic Warfare* (EW) en Cyber.
- 5) **Manned & Unmanned Integratie**; de introductie van *unmanned aerial systems* (UAS) is voor het luchtoptreden een innovatie op zich, maar het echte verschil wordt gemaakt door deze systemen optimaal te integreren met bemande systemen. Dit draagt bij aan besluitvormingsdominantie en geeft nieuwe opties in

een *Contested Environment*. Het sub-thema Robotica & Autonomie is gelieerd aan *unmanned* opereren.

- 6) **Nieuwe Training Concepten**; deze zorgen er in de toekomst voor dat de getraindheid van het personeel optimaal is in relatie tot het beschikbare budget. Zo kan de Luchtmacht flexibel en adaptief inspelen op verschillende scenario's, opereren in een *contested environment* en zorgen voor de benodigde precisie en het gewenste effect.
- 7) **Nieuwe Logistieke Concepten**; deze stellen CLSK in staat om effectiever en efficiënter te zorgen voor inzetgereed materieel.
- 8) **Emerging technologies**; deze kunnen het toekomstig militair opereren sterk beïnvloeden. CLSK wil optimaal gebruik maken van de snelle technologische vooruitgang. Bijzondere interesse ligt bij de sub-thema's: 3D-Printen; Quantumtechnologie; Miniaturisering & Nanotechnologie; *Hypervelocity* en Energie.



FIGUUR 6 DE ACHT INNOVATIETHEMA'S VAN CLSK<sup>90</sup>

Om de doelstellingen uit het Masterplan en de LuKIP te kunnen verwezenlijken heeft de luchtmacht natuurlijk ook de steun van andere partijen nodig; partijen die de toekomstvisie waar CLSK voor staat ook delen. Meer aansluiting tussen het MKB en de KLu zelf kan hier ook positief aan bijdragen. Vandaar dat het belangrijk is om te zien hoe de lucht- en ruimtevaartsector, maar ook bedrijven die zich met nieuwe technologie bezighouden zich in de komende jaren willen gaan positioneren.

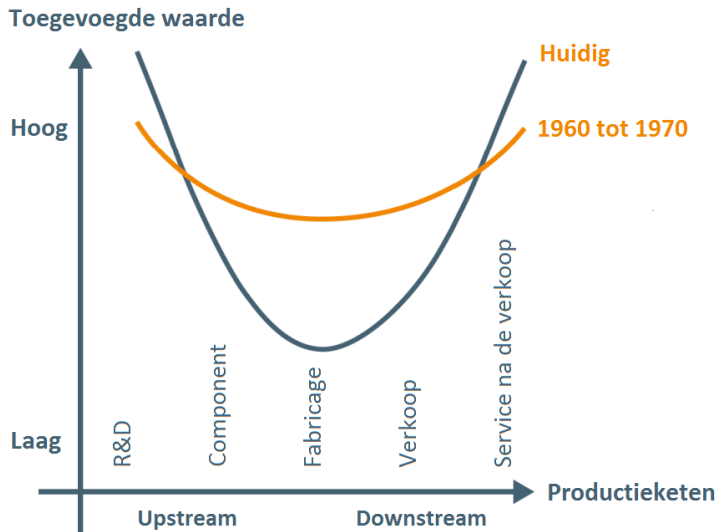
# 5 AMBITIES VAN DE INDUSTRIE

## 5 AMBITIES VAN DE INDUSTRIE

De Nederlandse lucht- en ruimtevaartindustrie heeft een eigenstandige ambitie. Haar verdienvermogen wordt voor een belangrijk deel door civiele toepassingen bereikt. Tegelijkertijd vinden veel innovaties in het militaire domein – gericht op prestatieverhoging – hun toepassing in het civiele domein, innovaties gericht op kostenreductie en efficiëntie vinden weer hun weg in het militaire domein. Beide domeinen samen zorgen voor een vitale sector met tal van kansen en mogelijkheden als daar slim op wordt ingesprongen.

In het algemeen kan worden gesteld dat de Nederlandse industriesector op velerlei vlakken het ministerie van Defensie, de luchtmacht en de luchtvaartsector goed kan bedienen. De nadruk ligt hierbij, zo stelt VNO-NCW in een recente studie 'Nederland Maakt!', op dat de industrie in Nederland 'zich beweegt naar producten met een hogere toegevoegde waarde.'<sup>91</sup> Tevens is gebleken dat aan 'de basis van deze sterke positie het grote aandeel [staat] van de industrie in investeringen in nieuwe technologieën en innovatie. Van die investeringen komt 60 procent voor rekening van de industrie.'<sup>92</sup> Ook is gesteld dat de rol van het MKB 'als dienstverlener, onafhankelijke toeleverancier, partner of onderaannemer in de productie voor die export belangrijk is en van vitaal belang voor de concurrentiekracht van veel grootbedrijven.'<sup>93</sup> Tegelijkertijd geldt ook dat 'vooral de export door industriële sectoren, waar productieprocessen sterk gefragmenteerd zijn, (...) veel banen op[levert] in andere sectoren.'<sup>94</sup> Een onlangs gepubliceerde studie van het ministerie van Buitenlandse Zaken over waardeketens toont aan dat de meeste toegevoegde waarde wordt bereikt aan de voorkant en achterkant van het productieproces, oftewel bij R&D en downstream-toepassingen van producten.<sup>95</sup> Dit gegeven wordt in Figuur 7 weergegeven in de zogenaamde *smiley-curve*.

Dit is dan ook een relevante indicatie voor het soort bedrijven dat toegevoegde waarde kan leveren aan de luchtmacht en de luchtvaartsector. Gegeven de nadruk van de luchtmacht op technologie- en informatiecapaciteit ligt het voor de hand dat onder



FIGUUR 7 TOEGEVOEGDE WAARDE IN DE PRODUCTIEKETEN<sup>96</sup>

andere de IT- en geo-informatiesector nog verder worden betrokken bij ontwikkelingen bij de luchtmacht. In concreto houdt dit in dat er tot meer samenwerking tussen ‘traditionele’ en ‘niet-traditionele’ bedrijven en sectoren moet worden gekomen op het gebied van de lucht- en ruimtevaartindustrie. Een dergelijke ontwikkeling is bijvoorbeeld ingegeven door de eerder genoemde miniaturiseringstrend die maakt dat platforms en sensoren een meer geïntegreerd geheel gaan vormen. Tevens is het zo dat als de toegevoegde waarde vooral aan de R&D en aan de after-sales kant ligt, dat ‘traditionele’ bedrijven door samenwerking met ‘niet-traditionele’ bedrijven hun eigen toegevoegde waarde ook zouden kunnen verhogen. Tegelijkertijd kan de grotere verwevenheid met platformbouwers volatiele tech start-ups meer stabiliteit geven om zich te kunnen ontwikkelen.

Als strategische sector waarin Nederland en Europa een prominente positie innemen bestaan er voor de lucht- en ruimtevaartsector verschillende visiedocumenten die uiteen zetten hoe deze positie kan worden geconsolideerd en uitgebouwd met het oog op toenemende wereldwijde concurrentie en hogere milieu- en veiligheidseisen.

Op Europees niveau zijn de sectorale ambities gericht op het inzicht dat concurrentie in de sector de komende decennia zal gaan toenemen, vooral vanuit landen zoals China en Brazilië. De doelstelling is de huidige positie te consolideren op die

onderdelen waar de Europese lucht- en ruimtevaartsector comparatieve voordelen heeft op bestaande concurrenten (voornamelijk de VS) en toekomstige wedijverende landen en bedrijven. De Europese Commissie heeft een sectorwijde visie neergelegd in het document *Flightpath 2050, Europe's Vision for Aviation*. De hoofddoelstelling is geformuleerd als '*Aeronautics and air transport is a vital sector of our society and economy. It is also of sovereign importance for the European Union and its Member States.*'<sup>97</sup> Daarmee wordt duidelijk gemaakt dat Europese landen niet bereid zijn om bijvoorbeeld vanwege lagere kosten de productie richting lagelonenlanden te zien verdwijnen. Niettemin zal die landen qua concurrentie toch het hoofd moeten worden geboden.

De luchtvaartsector is in de laatste decennia uitgegroeid tot een van Europa's belangrijkste maakindustrieën, waarin naast grote bedrijven ook veel kleinere MKB bedrijven acteren. Deze industrie produceert onder andere vliegtuigen, helikopters, motoren, onderdelen en systemen alsmede aanverwante diensten.<sup>98</sup> Er is dezer dagen echter toenemende concurrentie uit Canada, Brazilië, China, India en bijvoorbeeld Rusland. De Europese Commissie stelt daarom voor dat Europa 1) meer moet investeren in technologieontwikkeling; 2) meer competitief moet worden in de wereldtransportmarkt; en 3) sneller tot beleidsintegratie moet komen.<sup>99</sup> Daarnaast zal er meer samenwerking moeten komen tussen grote bedrijven en het MKB, waarmee ook de innovatiesnelheid van MKB-bedrijven beter kan worden ingezet.

Om aan deze ambities te kunnen voldoen en mondiaal leiderschap in de sector te behouden, ondanks de groeiende wereldwijde concurrentie, worden de volgende uitgangspunten benadrukt voor een succesvolle strategie<sup>100</sup>:

- De beste producten en diensten in de luchtvaart en luchttransport aanbieden.
- Via onderzoeksnetwerken en goede regelgeving ervoor zorgen dat de Europese industrie competitief blijft.
- Maximaliseren van de economische bijdrage van de sector en het creëren van waarde door:
  - fabricage, systemen en diensten;
  - het stimuleren van vraagontwikkeling door de hele aanbodkant heen met inbreng van MKB en op basis van recent onderzoek;
  - verbindingen te maken met andere industrieën;
  - het beste talent aan te trekken;
  - de successen in de sector beter te promoten.

Daarnaast wordt nog een aantal andere speerpunten geformuleerd, waaronder:



- Ervoor zorgen dat er betere samenwerking komt om onderzoeks- en technologieprojecten uit te voeren op het private en Europese, nationale en regionale niveau;
- Zorgen dat de doorlooptijd van de tekentafel tot commercialisering in de markt korter wordt.

De ambities van de Nederlandse lucht- en ruimtevaartsector komen in grote mate overeen met de op Europees niveau geformuleerde ambities. De nationale strategie, genaamd de 'Visie Luchtvaart 2020: Vliegtuigbouw en -instandhouding' is vooral gebouwd rondom de Nederlandse maakindustrie. Deze 'omvat circa 90 grote ondernemingen en het MKB die hoogwaardige, innovatieve producten en diensten leveren aan vliegtuig- en motorenproducten zoals; Airbus, Boeing, Bombardier, Gulfstream, General Electric en Rolls-Royce.'<sup>101</sup> Dit deel van de sector wordt ontegenzeggelijk gezien als een *competitive asset* dat concurrentiebestendig moet worden gemaakt.

Meer in het algemeen zijn de doelstellingen van de sector als volgt:

- de bijdrage aan het Nederlandse BNP vergroten;
- minder druk op het milieu uitoefenen;
- bijdragen aan de exportpositie van Nederland;
- zorgen voor hoogwaardige werkgelegenheid.

Op basis van deze doelstellingen moet het doel worden gehaald om Nederland 'in de top vijf van de meest innoverende landen ter wereld te krijgen.'<sup>102</sup> In concrete termen betekent dit dat onderstaande doelen moeten worden nagejaagd:

- Verdubbelen in omvang op het gebied van vliegtuigbouw mede door het verwerven van posities op nieuwe vliegtuigplatforms en/of het verwerven van hogere *tier*-niveaus in de toeleveringsketen, ook op subsysteemniveau, met name in de opkomende economieën;
- een toppositie verwerven in de mondiale markt van vliegtuigonderhoud mede door het ontwikkelen van revolutionaire onderhoudsconcepten ten behoeve van vliegtuiggebruikers;
- een internationale hub-positie gerealiseerd hebben op het gebied van onderhoud van componenten en systemen;
- de nummer één specialist zijn in vliegtuigmaterialen voor de wereldwijde luchtvaartindustrie;

- bijdragen aan een klimaat-neutrale luchtvaart in 2040 door middel van innovatieve oplossingen voor schonere, stillere en zuinigere vliegtuigen, evenals door vergroening van de onderhoudsconcepten.<sup>103</sup>

De thema's voor deze ambities zijn als volgt: investeren in innovatie, excelleren (sectorale randvoorwaarden), wereldwijd concurreren, leren te excelleren (onderwijs) en inzetten op duurzaamheid.<sup>104</sup> Om een beter perspectief te krijgen op de haalbaarheid van de gestelde doelen heeft de sector een SWOT-analyse gedaan. De resultaten hiervan zijn voor wat betreft de vliegtuigbouw:

STERKTES	ZWAKTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Technologische slimheid</li> <li>– Engineering kennis gebaseerd op OEM rol</li> <li>– Goede en brede kennisinfrastructuur</li> <li>– Goede reputatie</li> <li>– Ervaring met internationale samenwerking</li> <li>– Flexibel en pragmatisch</li> <li>– Materiaalkennis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ketenregie ontbreekt, weinig focus</li> <li>– Hoge loonkosten</li> <li>– Onvoldoende goed opgeleid personeel</li> <li>– Geen <i>level playing field</i>, internationaal achterblijvend sectorbeleid van de overheid</li> <li>– Veel kennis maar te weinig toepassing</li> <li>– Langdurige acquisitie processen Defensie</li> <li>– Versnippering</li> <li>– Slechte bescherming IP</li> </ul>
KANSEN	BEDREIGINGEN
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Groei in alle marktsegmenten van de luchtvaart</li> <li>– Als onderdeel van een groter geheel kunnen Nederlandse bedrijven zich kwalificeren voor grotere programma's</li> <li>– Verankering in de EU programma's geeft goede springplank</li> <li>– Bestelling van vervangend defensie materiaal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dollarkoers</li> <li>– Onvoldoende draagvlak voor technologische infrastructuur</li> </ul>

FIGUUR 8 SWOT-ANALYSE VLIEGTUIGBOUW.

Aanvullend hierop zijn als mogelijk nog een aantal aspecten te benoemen:

**Zwakte:** Er is geen cross-sectoraal verband met andere industrieën. Kennisdeling met andere gebieden zoals procesindustrie, *off shore*, IT industrie vinden niet plaats maar bieden wel kansen.

**Sterkte:** Samenwerking binnen de *triple helix*

**Bedreigingen:** ITAR regelgeving wordt soms oneigenlijk gebruikt door VS ter bescherming eigen positie; de bereidheid van de overheid om te investeren in onderzoek en ontwikkeling; stagnerend/afnemend defensiebudget; overheidssteun in omliggende landen, ondanks Europese aanbestedingsregels; het soms restrictieve exportbeleid van de overheid.

Uit deze analyse blijkt niet alleen dat er versnippering is in de sector, maar ook dat er meer ketenregie moet komen. Een onderdeel daarvan is om te zorgen dat er betere aansluiting is tussen vragende en aanbiedende partijen, iets dat helemaal van belang is in een sector die kennisintensief is en waarin projecten een lange doorlooptijd kennen. Daarnaast wil de sector dat de overheid een actievere rol gaat spelen om de sector vooruit te helpen op het internationale vlak, met handelspromotie en in het kader van programma's als Horizon2020.<sup>105</sup>

Wanneer wordt gekeken naar technologieontwikkeling en productinnovatie in de luchtvaartsector, dan komt een vijftal domeinen naar voren waarin ons land vanuit in het verleden opgebouwde competenties een vooraanstaande positie heeft verworven:

- **Vliegtuigstructuren:** De met de bouw van Fokker-vliegtuigen samenhangende sterke competenties betreffen ontwerp en bouw van staartsecties, vleugeldozen, beweegbare vleugeldelen, landingsgestellen en de daarvoor toe te passen lichte en sterke materialen, als Glare (*fibre metal laminates*) en thermoplastische composieten, met de daarbij behorende oppervlaktebehandelingen en reparatietechnieken.
- **Vliegtuigmotorcomponenten en -subsystemen:** Ontwerp en bouw van hogedrukonderdelen van compressors, startmotoren (*auxiliary power units*) en complexe productietechnologie van onderdelen als *blisks*, *impellers*, *casings*, *seals*, *shrouds* en *turbine blades*.
- **Vliegtuig- en motorenonderhoud:** Totaalonderhoud (*Maintenance, Repair and Overhaul* of MRO) van vliegtuigen, vliegtuigcomponenten en motoren, ontwikkeling van nieuwe onderhoudsconcepten als composietenreparatie, oppervlaktebehandeling en voorspelbaar onderhoud (*Prognostic Health Monitoring* of PHM).
- **Vliegtuigsystemen:** Nederlandse bedrijven behoren tot wereldmarktleiders op het gebied van ontwerp en bouw van vliegtuigkabelbomen (Fokker ELMO) en vliegtuiginterieurs (Zodiac Driessen).
- **Ontwikkeling van toekomstige concepten:** Nieuwe materialen (*self-healing composites*) en integratie en certificatie van systemen in nieuwe vliegtuigontwerpen.<sup>106</sup>

Een ander belangrijk aspect is om te zien hoe de civiele en militaire luchtvaart van elkaars expertise kunnen leren. Zo wordt er gesteld dat 'militair (...) van civiel [kan] leren hoe engineering zaken bij de OEM [original equipment manufacturer] zijn door te drukken. En andersom kan civiel van militair leren. Grote luchtvaartmaatschappijen hebben bij Airbus en Boeing een niet mis te verstane invloed. De militaire MRO industrie wil door samenwerking met civiele MRO industrie een betere positie in de

internationale markt verwerven. Daarmee kunnen de investeringen, gedaan in de militaire sector, ook civiel renderen.<sup>107</sup> Als knelpunt op dit vlak wordt aangegeven dat er te weinig synergie is tussen de civiele en militaire markten. Dit kan worden verbeterd als er bijvoorbeeld op het vlak van motorenbouw meer wordt samengewerkt.<sup>108</sup>

Op onderzoeksgebied heeft de NLR een aantal ambities uiteengezet in het document 'NLR Onderzoeksprogramma 2016-2019.' Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen kennisontwikkeling op korte termijn (voor beleid) en lange termijn (als vermogen). Bij deze laatste ligt het accent op het beantwoorden van toekomstige industriële vragen.<sup>109</sup>

Meer specifiek met betrekking tot de ruimtevaart zijn activiteiten in relatie tot de Roadmap Space gericht op drie focusgebieden:

- *high-Tech Space Instrumentation*;
- *high-Tech Space Systems and Components*;
- *downstream Space Applications and geo-Services*.<sup>110</sup>

Ter uitwerking en implementatie van roadmaps die in samenwerking met het Netherlands Space Office (NSO) tot stand zijn gekomen wil het NLR de doelstellingen ontwikkelen door kennisopbouw op de volgende terreinen:

- *On-board dataprocessing*; avionica voor satellietssystemen.
- Warmtehuishouding; systeemontwerpen voor warmtehuishouding van satellieten.
- Electrical Ground Support Equipment (EGSE).
- Satellietclustertechnologie; ondersteuning bij de ontwikkeling van satellietssystemen.
- Structuurdelen satellieten en geleidende composieten structuren.
- Grondsegment dataprocessing, satellietnavigatie en aardobservatie: Ontwikkeling van kennis en technologie gerelateerd aan de dataverwerking van satellietdata gericht op economisch, maatschappelijk en wetenschappelijk relevante toepassingen voor bedrijven die dergelijke 'downstream' toepassingen ontwikkelen.<sup>111</sup>

# 6 SAMENWERKINGS- VORMEN

A. Huidige samenwerking	83
B. Hoe clusters meerwaarde kunnen hebben	84
C. Criteria voor succes	86
D. Heroriëntatie van de sector en noodzaak tot samenwerking met niet-traditionele bedrijven	87

# 6 SAMENWERKINGSVORMEN

## A. Huidige samenwerking

In de praktijk is maar beperkt sprake van interne samenhang en externe afbakening van de lucht- en ruimtevaartsector. Het gebrek aan een of meerdere grote, zelscheppende spelers leidt daarmee tot versnippering. De structuur en organisatie die ketensamenwerking in het ontwerpen en bouwen van geïntegreerde platforms en sensoreninstrumentarium bewerkstelligt ontbreekt. Ook is gerichte innovatie en internationale marktpositionering zonder voldoende massa lastig. Voor de lucht- en ruimtevaartsector is het daarom belangrijk om meer aansluiting te vinden bij ontwikkelaars van sensoren, zowel ten dienste van de ontwikkeling van vliegtuig-onderdelen zelf, als voor toepassingen op het gebied van ISR.

De miniaturiseringstrend is slechts één voorbeeld waarom er een noodzaak bestaat tot verdere samenwerking op dit vlak. Sterker nog, als het comparatieve voordeel van de Nederlandse lucht- en ruimtevaartmaakindustrie ligt in de kennis en innovatiekracht die eraan ten grondslag ligt, dan is nauwere samenwerking onontbeerlijk. Markten zoals die in China zullen Nederland weldra voorbij streven; niet alleen qua segmentomvang, maar ook in termen van kwaliteit van de producten die zij aflevert. Het verschil zal dus meer worden gemaakt door kennis en innovatie.

De versnippering in de lucht- en ruimtevaartsector betreft ook het grote aantal clusters die in veel gevallen onvoldoende op elkaar aansluiten waardoor mogelijkheden voor nieuwe samenwerking niet van de grond komen. Een andere reden om tot nauwere samenwerking te komen is dat de enorme complexiteit van de lucht- en ruimtevaart en de daaraan gestelde veiligheids- en betrouwbaarheidseisen, de ontwikkel- en testcyclus van nieuwe systemen zeer kostbaar en langlopend maken. De terugverdientermijn beslaat decennia en daarom is de overheid veelal onontbeerlijk bij de financiering van onderzoek en ontwikkeling.

## B. Hoe clusters meerwaarde kunnen hebben

Om een marktsegment meer zichtbaar te maken, synergiën te bereiken met technologische ontwikkeling en vraag en aanbod te stimuleren wordt vaak naar clustervorming gekeken. Deze vorm van geïntegreerde samenwerking is sinds de jaren 90 een veelbeproefd en vaak succesvol gebleken concept dat op veel plaatsen is toegepast: van Silicon Valley tot The Hague Security Delta: clustervorming is zichtbaar in verschillende sectoren en vindt plaats op zowel lokaal, regionaal, nationaal als internationaal niveau. Een belangrijk argument voor clustervorming is dat het de 'kenniseconomie' en technische know-how voortstuwt.<sup>112</sup> Clusters worden daarom – zeker door beleidsmakers – gezien als een fenomeen dat welvaart oplevert.<sup>113</sup>

Echter, wat houdt een cluster precies in? In 1990 definieerde Michael Porter in zijn boek *The Competitive Advantage of Nations* clusters als '...geografische concentraties van aan elkaar verbonden bedrijven, gespecialiseerde toeleveranciers, dienstverleners, firma's in gerelateerde industrieën en aaneengesloten instituties op bijzondere terreinen die met elkaar concurreren maar ook samenwerken.'<sup>114</sup> Vandaag de dag wordt het begrip nog altijd sterk geassocieerd met economisch ontwikkelde staten.<sup>115</sup> Geografische concentratie van concurrerende industrieën vindt vaak plaats op regionale schaal. Clusters worden dus vooral gevormd door geografische verbondenheid van ondernemingen en industriële sectoren.<sup>116</sup> Nabijheid, rivaliteit en samenwerking zijn bij het vormen van een cluster essentieel, en vormen de lijm tussen het economische eigenbelang van de deelnemende bedrijven.<sup>117</sup>

Qua type clusters kunnen drie verschillende soorten betrokken actoren worden onderscheiden:

- Het eerste type wordt gekenmerkt door een homogeniteit aan deelnemers, waarbij de publieke sector de dominante trekker is.
- Het tweede type cluster wordt gekarakteriseerd door een heterogeniteit aan deelnemers en meer privaat initiatief.
- Het derde type kent eveneens een heterogeniteit aan deelnemers, maar hier is de heterogeniteit minder sterk dan bij het tweede type. Dit type cluster kent een combinatie van publiek-privaat initiatief en semi-gereguleerde samenwerking.<sup>118</sup>

Bij clustervorming staan de brede reikwijdte en het idee dat het geheel meer is dan de som der delen centraal. Een cluster biedt daarbij mogelijkheden voor grotere flexibiliteit, meer aanpassingsvermogen, en snellere identificatie van de markt.<sup>119</sup>

Qua samenwerkingsvorm staat het verwante *triple helix* concept al sinds lange tijd in de belangstelling. Dit concept stelt dat het potentieel voor innovatie en economische ontwikkeling in een kennismaatschappij ligt, en dient om de voorwaarden te scheppen voor maximale maatschappelijke en economische waardecreatie. Elementen van kennisinstellingen, overheid en het bedrijfsleven moeten gehybridiseerd worden, om zo tot een nieuw institutioneel en sociaal kader voor productie te komen. Overdracht en toepassing van kennis moet daarmee makkelijker worden.<sup>120</sup> In de Defensie Industrie Strategie (DIS) wordt in dit kader gesproken van een zogenaamde 'gouden driehoek' tussen overheid, defensie en veiligheidsgerelateerde industrie (DVI) en kennisinstellingen.<sup>121</sup> Voorbeelden die succesvol zijn volgens de sector zijn Compoworld, TAPAS, en TPRC.

De nadruk op rivaliteit, die eerder in Porters definitie naar voren kwam, lijkt tegenstrijdig met het doel van clustervorming. Echter, juist de rivaliteit tussen bedrijven die op dezelfde markt opereren maakt samenwerking nodig: soms kan alleen door samenwerking en kennisuitwisseling de concurrentie met andere partijen beter worden aangegaan en kan een bedrijf vooruit komen.<sup>122</sup> Zo kunnen clusters ontstaan rond een bepaalde natuurlijke hulpbron, behoefte uit de markt, of lokale vaardigheid. Indien deze zich ontwikkelt, zullen er andere bedrijven komen die zich ook op de nieuwe industrie gaan richten. Door kennisoverdracht ontstaat er vervolgens een *spillover*-effect op de nieuwe industrie: bedrijven zullen zich clusteren om maximaal te profiteren.<sup>123</sup> Daarnaast kunnen clusters voortgestuwd worden door externe schokken. Zo kan de opkomst van buitenlandse concurrenten of concurrerende technologie een interne herstructurering vergen. Deze dynamiek zorgt ervoor dat de vorm van een cluster kan veranderen.<sup>124</sup> Clusters kunnen daarmee gezien worden als regionale innovatiesystemen.<sup>125</sup>

De motivatie voor clustervorming komt, ondanks de achterliggende notie van rivaliteit, meestal voort uit het bedrijfsleven. Maar met het groeiende belang dat overheidspartijen hechten aan economische groei, gekoppeld aan de ambities van kennisinstellingen en hoger onderwijsinstellingen om hun kennis te kunnen 'vermarkten', blijken deze partijen steeds vaker aan de basis te staan van slagvaardige clusterontwikkeling.<sup>126</sup> Daarnaast kunnen deze kennisinstellingen eraan bijdragen dat er betere afstemming ontstaat van ambities op het vlak van kennisontwikkeling en -toepassing, en dat niet-traditionele partijen meer worden betrokken bij innovatietrajecten in de lucht- en ruimtevaartsector.



## C. Criteria voor succes

Zelfs als de ingrediënten voor clustervorming in een bepaalde regio aanwezig zijn en de wil er is om tot clustervorming te komen wil dit niet zeggen dat het cluster ook op lange termijn zal slagen. In het rapport 'Internationale clusters in vergelijkend perspectief', geschreven in aanloop naar de opzet van The Hague Security Delta, worden diverse factoren genoemd om het succes van een cluster te meten. Deze succesfactoren bestaan op twee niveaus: het succes van het gehele cluster, en het succes per deelnemer aan het cluster. Daarnaast onderscheidt het rapport succesbepalende factoren, en succescriteria. Succesbepalende factoren zijn:

- Aanwezigheid van ambitie op verschillende niveaus: lokaal, regionaal, nationaal, internationaal.
- Aanwezigheid van een gemeenschappelijke drijfveer.
- Gesteunde, helder geformuleerde doeleinden en targets.
- Betrokkenheid bij het cluster van deelnemers.
- Bestaan van onderling vertrouwen (maakt het ontstaan van asymmetrische reciprociteit mogelijk).<sup>127</sup>

Vervolgens kunnen meerdere maatstaven worden aangelegd om succes te kunnen meten: de succescriteria. Hiervoor kan worden gekeken naar:

- Omzetgroei (van het cluster als geheel en/of van de individuele partners).
- Financiële onafhankelijkheid van subsidiegelden (wanneer dit als doelstelling door een cluster is aangemerkt). Met andere woorden: mogelijkheid van het cluster om zelf omzet te genereren.
- Functionaliteit van het cluster (in termen van projecten).
- Creëren van formele/informele samenwerking.
- Scheppen van werkgelegenheid (groeitrend).
- Positieve spin-off voor de regio op zowel sociaal als economisch vlak.
- Innovatief karakter van het cluster (output innovatieve producten, onderzoek, procesinnovatie, etc.).<sup>128</sup>

Wat uit deze opsomming naar voren komt is dat een succesvol cluster uiteindelijk op eigen benen moet kunnen staan. De betrokkenheid van de overheid zou het 'publieke eigenbelang' moeten dienen: dus niet als aanjager van een sector die weinig potentieel heeft, maar als vragende partij die zelf voordeel haalt uit de producten die een cluster voortbrengt, en tevens de regionale economie een *boost* geeft. Dit kan een reden zijn voor bijvoorbeeld ministeries om deel te nemen in een triple-helixopzet, en om als *launching customer* op te treden. De overheid treedt op als meerjarige klant van producten en biedt daarmee een economische sector een basis voor bestaan, maar

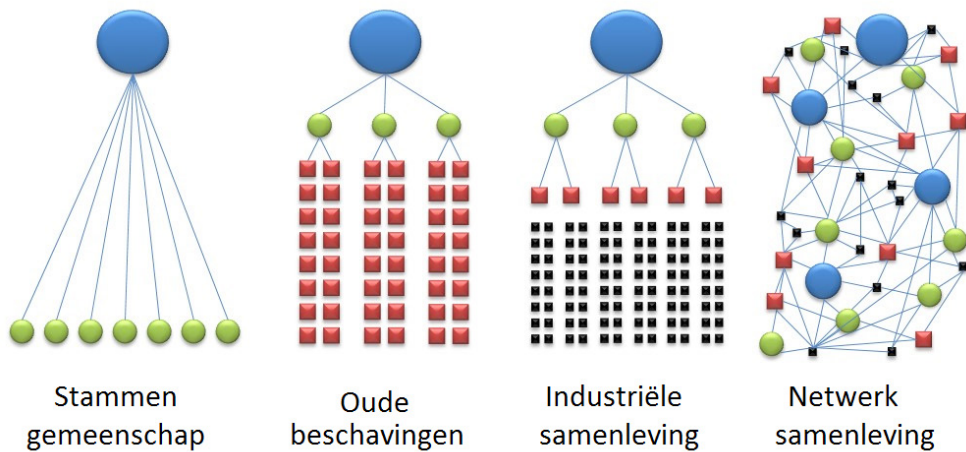
hierop zou dan verder moeten worden gebouwd en de concurrentie met partijen in het buitenland moeten worden aangegaan. De toegevoegde waarde van een dergelijke rol wordt door Defensie zelf onderschreven: 'Wanneer Defensie optreedt als *launching customer*, speelt zij een stimulerende rol bij de toepassing van nieuwe technieken. Dit vergroot het vertrouwen in Nederlandse producten omdat aangetoond is dat de Nederlandse overheid het product operationeel toepast. Voor exportdoeleinden, zeker in de defensie- en veiligheidsmarkt, is een dergelijk vertrouwen van groot belang.'<sup>129</sup> Niettemin is het restrictieve exportbeleid van de Nederlandse regering, dat soms verder gaat dan in andere Lidstaten, een belemmering voor defensie-gerelateerde bedrijven om te handelen met buitenlandse partners. Het is een groot Nederlands ondernemersrisico om in de defensiemarkt met een land noodzakelijke langdurige relaties op te bouwen (bijv. De Golfregio) , terwijl de regering een regio tussentijds uitsluit van exportvergunningen.

#### **D. Heroriëntatie van de sector en noodzaak tot samenwerking met niet-traditionele bedrijven**

Om de aansluiting te behouden tijdens deze ontwikkelingen zal de industrie zich op nieuwe manieren moeten organiseren en zullen nieuwe vormen van samenwerking verkend moeten worden. Een aantal overwegingen staat hierbij centraal:

- De waarde van productiemiddelen zal gaan afnemen.
- De houdbaarheid van kennis neemt af.
- Toegevoegde waarde ligt meer in software dan in hardware.
- Vraag-aanbodverhoudingen veranderen: van leverancier naar partner.
- Services nemen nog verder in belang toe ten opzichte van productie.
- Nieuwe verdienmodellen gaan markten domineren.
- De noodzaak om nieuwe mensen aan te trekken uit andere sectoren om fris na te kunnen denken.

De industrie is nu veelal georganiseerd in clusters, waar voornamelijk enkele grote partijen het voortouw nemen. Enkele voorbeelden van samenwerking tussen de overheid, bedrijven en kennisinstellingen (ook wel *triple helix* benadering genoemd) in de lucht- en ruimtevaart sector zijn Compoworld, TAPAS en TPRC. De inrichting en samenwerkingsverbanden tussen diverse spelers in de samenleving kan op verschillende manieren worden weergegeven (zie Figuur 9 Verschillende organisatievormen. Bron: Mader (2015)). Zowel bij de overheid als de lucht- en ruimtevaartindustrie is samenwerking vooral nog gebaseerd op een 'industriële' ontwerp. De samenwerking in deze vorm is hiërarchisch met aan de top een brancheorganisatie of cluster.



FIGUUR 9 VERSCHILLENDE ORGANISATIEVORMEN. BRON: MADER (2015)

Echter, kijkend naar hoe de samenleving zich ontwikkelt (burgers en bedrijfsleven) is er een duidelijke beweging richting een veel complexere netwerksamenleving. Hierin zijn sociale en media netwerken (waaronder het internet) de dominante organisatievorm op maatschappelijk, organisatorisch en persoonlijk niveau, en is er geen sprake van een natuurlijk centraal hiërarchisch gezag.

Tegelijkertijd geldt dat in een geglobaliseerde wereld de mate van onzekerheid over de toekomst toeneemt, en de marges om op kop te blijven kleiner worden. Hierdoor wordt de noodzaak om risico's te nemen om in de voorhoede te blijven alsmat groter, en dit vraagt tevens om nieuwe vormen van samenwerking. Een manier om deze risico's te kunnen dragen is door te komen tot de ontwikkeling van een *entrepreneurial ecosysteem*<sup>130</sup> een *business ecosysteem*<sup>131</sup> of een *innovation ecosysteem*.<sup>132</sup> Samenwerking gebaseerd op virtuele verbanden kan daarbij uitkomst bieden, zeker waar het kennisuitwisseling betreft. Niettemin is het creëren van onderzoekshubs nog steeds in zwang. Zo werd in de afgelopen jaren rond Toronto een nieuw aerospace cluster opgezet waarbij een voormalig militair vliegveld wordt gebruikt om grote bedrijven en universiteiten bij elkaar te zetten en zo een innovatie incubator te vormen.<sup>133</sup> Hier zouden natuurlijk ook R&D afdelingen van defensie en start-ups bij geplaatst kunnen worden om zo alle belangrijke luchtvaart en defensie ecosysteem spelers bijeen te hebben. Wat hierbij van belang is, is dat er voldoende massa en vertrouwen wordt gecreëerd en R&D en innovatie zoveel mogelijk de vrije loop te laten zodat risico's tegelijkertijd kunnen

worden genomen maar waar nodig ook kunnen worden opgevangen. De neiging om 'winnaars' aan te wijzen en te beschermen zal dan minder zijn.

De Nederlandse lucht- en ruimtevaartsector kent zoals gezegd veel verschillende (semi-)georganiseerde samenwerkingsverbanden of clusters. Soms in vaste structuren en soms rondom een project of een programma of met business development als doel georganiseerd. In bijlage Clusters in Nederland lucht- en ruimtevaartindustrie is hiervan een relatief compleet overzicht opgenomen. De (mogelijk) katalyserende functie van militaire toepassingen in het proces van clustervorming, kreeg een steun in de rug toen de Nederlandse regering in 2002 besloot mee te doen aan de ontwikkelingsfase van de Joint Strike Fighter, inmiddels F-35 Lightning II geheten. Omdat meedoen aan de ontwikkeling van de F-35 ook uitzicht bood op industriële participatie en economisch gewin, organiseerden diverse Nederlandse luchtvaartbedrijven zich in het *Netherlands Industrial Fighter Aircraft Replacement Platform*, NIFARP. Gelet op de gedeelde belangen ontstond er vanaf 2002 een nauwere relatie tussen defensie en de bij het NIFARP aangesloten bedrijven.<sup>134</sup> NIFARP kan worden beschouwd als een ad-hoc cluster dat is opgezet voor een groot vervangingsproject. Deze aanpak die succesvol is gebleken zou ook in meer gestructureerde vorm plaats kunnen vinden en tot een meer bestendig cluster kunnen leiden.

Op basis van de analyse van de huidige en toekomstige behoeftes van Defensie en de ambities van de Nederlandse lucht- en ruimtevaartindustrie in combinatie een analyse van de organisatie van de sector blijkt dat de samenwerking tussen Defensie en de lucht- en ruimtevaartsector met betrekking tot het creëren van strategische toekomstplannen beperkt is. Wat verder opvalt is dat meerdere clusters zich met deels dezelfde onderwerpen bezighouden, bestuurders in verschillende clusters vertegenwoordigd zijn etc. Daarbij betreft het vooral vertegenwoordigers van de traditionele lucht- en ruimtevaartindustrie en veel minder bedrijven die zich met de nieuwe technologische ontwikkelingen bezighouden waarin de luchtmacht grote potentie ziet voor haar optreden. Dit wil echter niet zeggen dat er geen potentieel zou bestaan om tot nauwere samenwerking te komen.



FIGUUR 10 NIEUWE AMBITIES VRAAGT SAMENWERKING MET NIEUWE PARTNERS

Het kernpunt hierbij is dat de behoeftestelling van Defensie, die zich voor een groot gedeelte richt op niet specifiek traditionele lucht- en ruimtevaartproducten en services, niet bevredigend kan worden ingevuld zonder ook de betrokkenheid van de traditionele luchtvaartindustrie. Echter, om het soort samenwerking van de grond te krijgen dat deze samenwerking bevordert is een consolidatie en herschikking van bestaande clusters nodig. Allereerst om tot nauwere samenwerking te komen tussen Defensie en de lucht/ruimtevaartsector, maar ook om niet-traditionele industrieën hierbij te betrekken alsmede kennisorganisaties om dergelijke samenwerking te bestendigen. De ontwikkeling en bouw van platforms en instrumenten kunnen in het licht van trends zoals miniaturisering en informatisering, data-analyse etc. niet meer los van elkaar worden gezien. En daarmee is er een noodzaak voor bedrijven die zich hierin specialiseren om in al dan niet dynamische samenwerkingsverbanden zoals open innovatieplatformen te worden betrokken. Met het recent opgerichte AERO Cluster heeft de luchtmacht een stap gezet om als stakeholder het kennis-, productie- en

toepassingsveld binnen de militaire lucht- en ruimtevaart verder te ontwikkelen.<sup>135</sup> In samenwerking met de Koninklijke luchtmacht, Fokker, NLR en Airbus Defence and Space Netherlands heeft het cluster diverse successen geboekt op het gebied van *Competence Sharing*, 3D printing, *Virtual Constructive Training* voor F16's en de oprichting van het Development Centre for Maintenance of Composites (DCMC). Ook detacheringen vanuit Defensie naar het bedrijfsleven en vice-versa kunnen worden overwogen. Mocht een nieuw – consoliderend – initiatief het levenslicht zien, dan is het daarbij van belang dat de CLSK hierbij *ab initio* een leidende rol in heeft, of ten minste op structurele basis hierbij is betrokken. Dit is in het belang van alle partijen, en helpt om vertrouwen te creëren en zekerheid te tonen voor de langere termijn.

# 7 GEZAMENLIJKE PROGRAMMERING

A. Betrokkenheid overheid	95
B. Innoveren en Verwerven	96
C. Kansen en Ambities	98
D. Financiering	102

# 7 GEZAMENLIJKE PROGRAMMERING

## A. Betrokkenheid overheid

De overheid heeft belang bij een economisch sterke lucht- en ruimtevaartsector en er mag verwacht worden dat zij een actieve rol speelt in het stimuleren van deze sector. Dit is noodzakelijk om op zijn minst voor een internationaal *level playing field* voor haar industrie te zorgen. Zo is het nog steeds van strategische waarde als een land kan beschikken over een 'nationale' luchtvaartmaatschappij. Zelfs al is die luchtvaartmaatschappij tegenwoordig een geprivatiseerde commerciële onderneming en zijn de banden met de overheid een stuk losser dan tijdens het ontstaan van de civiele luchtvaart. Vanwege strategische belangen is het lastig voor de overheid om afzijdig te blijven wanneer de positie van de luchtvaartmaatschappij bedreigd wordt. Ook in 2015, tijdens het arbeidsconflict bij Air France, waardoor de positie van de KLM dreigde te worden geschaad, voelden zowel de Regering als het Parlement het als een plicht zich in ieder geval te mengen in de discussie binnen het consortium en waren zij eventueel bereid tot (tijdelijke) steunmaatregelen.

Blijft het in de commerciële lucht- en ruimtevaartsector soms nog beperkt tot tijdelijke overheidssteun, in de militaire sector speelt de overheid, alleen al vanwege nationale veiligheidsoverwegingen, een onverhuld grote rol. Maar daarnaast is er ook een rol weggelegd voor andere overheidsinstanties. Zo kan het ministerie van Economische Zaken samen met de regionale ontwikkelingsmaatschappijen en het NSO als onafhankelijk intermediair een rol te nemen in het bijeenbrengen van partijen. De regionale ontwikkelingsmaatschappijen kunnen gezamenlijk zorg dragen voor het aanjagen en realiseren (tot stand brengen) van substantiële ontwikkelingsprojecten op nationale schaal, met deelname van het brede regionale bedrijfsleven.

Steun van de overheid voor industriële sectoren kent ook negatieve kanten. Te grote bemoeienis kan leiden tot verregaande regulering wat innovatie en risiconeming in de weg kan staan. En met name de lucht- en ruimtevaartsector is gebaat bij innovatie waarvoor risico genomen moet worden. Idealiter zou voor een model gekozen moeten



worden waarbij de overheid en daarmee ook Defensie (CLSK) een deel van de risico's op zich neemt. Hiervoor zijn verschillende methodes toe te passen, waaronder het spreiden van risico's onder stakeholders, het opdelen van contracten, betere risicoanalyse en zelfs verzekeringen afsluiten.<sup>136</sup> Het voordeel voor alle partijen is evident. De industrie krijgt een goede langdurige basis voor verdere internationale afzet, de overheid heeft uitzicht op extra inkomsten en kwalitatief hoogwaardige producten en diensten, CLSK kan beschikken over technologisch hoogwaardige capaciteiten en de kennispositie breidt zich verder uit. Bijkomend voordeel is dat de in Nederland aanwezige lucht- en ruimtevaartsector als complete kennis, innovatie en productie keten in stand blijft.<sup>137</sup>

Er zijn verschillende ministeries die behoefte (zouden kunnen) hebben aan toepassingen of diensten die bijdragen aan de bewaking en handhaving van de openbare orde en aan de nationale en internationale veiligheid. Politie, douane, de krijgsmacht, de inlichtingendiensten en de kustwacht maken allen gebruik van lucht- en ruimtevaartdiensten om de hen opgedragen taken uit te voeren. Al de genoemde organisaties vallen onder verschillende ministeries en hoewel er sprake is van steeds verdere samenwerking, verwerven en exploiteren de verschillende ministeries onafhankelijk van elkaar de middelen en services om in hun behoefte te voorzien.

Het ministerie van Defensie doet de relatief grote uitgaven die naar de lucht- en ruimtevaartsector vloeien. Ondanks het toch relatief kleine totale overheidsbudget dat uitgegeven wordt lijkt het er niet op dat er verregaande integratie plaatsvindt op het gebied van verwerving, operaties en onderhoud. Sinds het loslaten van de 2-1-1 (Landmacht, Luchtmacht, Marine)<sup>138</sup> verdeling van het defensiebudget over de verschillende krijgsmachtdelen is de omvang van het budget voor de luchtmacht geen vastgesteld percentage meer van het totale budget, maar een afgeleide van de taken die de krijgsmacht uitvoert met de daaraan gekoppelde middelen. De Bestuursstaf van Defensie bepaalt daarbij het beleid en alloceert de financiële middelen om de uitvoering mogelijk te maken. Het Commando Luchtstrijdkrachten voert het beleid uit. De operationele commando's zijn weliswaar de autoriteit voor wat betreft de operaties binnen hun domein, hun speelruimte om het beleid te beïnvloeden is echter beperkt. De behoefte van een operationeel commando om essentiële bijdragen te leveren aan de gezamenlijke taakstelling hoeft hierdoor niet altijd overeen te komen met de beleidsvorming binnen de Bestuursstaf.

## **B. Innoveren en Verwerven**

Innoveren binnen Defensie vindt plaats binnen het verwervingsproces van het ministerie. Dat betekent in de eerste plaats dat het uiteindelijke besluit om een innovatie tot toepassing door te ontwikkelen en te verwerven geen besluit van de

luchtmacht is, maar van de Bestuursstaf van het ministerie. Verder is dat proces sterk gereguleerd en onderhevig aan ambtelijke en politieke controle. Indien op ministerieel niveau een positief besluit wordt genomen, start de eigenlijke verwerving die weer een geheel eigen dynamiek kent. Verwerven is binnen Defensie een procesmatige activiteit die doorgaans in zes stappen wordt doorlopen; specificeren van de behoefte, selecteren van de opties om de behoefte in te vullen, contracteren van de meest geschikte invulling, bestellen van de gecontracteerde behoefte-invulling, bewaken van de levering en invoering en toezien op de nazorg (after sales). De stappen hangen nauw met elkaar samen, waardoor de kwaliteit van de uitkomst van de voorliggende stap mede de kwaliteit van de daaropvolgende stappen bepaalt. Indien de kwaliteit van de werkzaamheden van de voorliggende stap niet afdoende is, kan dit negatieve gevolgen hebben voor de daaropvolgende stap. De zes stappen hoeven niet in alle gevallen in het geheel te worden doorlopen, zoals bijvoorbeeld bij bestellingen op grond van een eerder gesloten raamovereenkomst, aanvullende bestellingen van specifiek wapensysteemgebonden onderdelen en reservedelen bij uitzendingen.<sup>139</sup> Elke stap dient in ieder geval met de nodige zorgvuldigheid te worden doorlopen, hetgeen het geheel tot een langdurig proces maakt dat – zeker in het geval van grotere materieelprojecten – vele jaren kan duren. Dit beleid, gericht op *return on investment*, leidt er toe dat Defensie kansen mist om de nodige kennis en technologie in huis te halen. Defensie zal zich hiervoor ook wat afhankelijker moeten gaan opstellen ten opzichte van de private sector.

Binnen Defensie is het weliswaar mogelijk via *fast-track procurement* (FTP) verschillende stappen niet in zijn geheel te doorlopen of zelfs over te slaan, maar FTP is met name gericht op het snel invullen van een nieuwe operationele behoefte direct voorafgaand aan of tijdens een operationele missie. Er bestaat geen *fast-track development & procurement* proces dat Defensie zelf in staat stelt gericht met andere partijen snel te innoveren, te ontwikkelen en te verwerven.<sup>140</sup>

Een ander belangrijk aspect betreft de Europese regelgeving. Dit speelt vooral bij het onderscheid tussen civiel en militair materieel. Bij civiele aanschaffingen wordt bijvoorbeeld FTP ingevuld met de mogelijkheden die de Europese regelgeving voor aanbesteding biedt. Bij puur militair materieel kan een beroep op artikel 346 van het VWEU-verdrag<sup>141</sup> worden gedaan, waardoor deze aanbestedingsregelgeving niet van toepassing is. Om die reden dienen civiele of dual-use projecten boven € 400.000 Europees te worden aanbesteed, waarbij het risico bestaat dat de in Nederland binnen de sector ontwikkelde innovatie in het buitenland wordt geproduceerd. Momenteel wordt minder dan 20% van het financiële defensievolume Europees aanbesteedt.

Probleem is nu juist dat de disruptieve markt niet zuiver militair van aard is, maar vooral civiel en dual-use. Dat betekent dat de mededingingsverhoudingen op de Europese markt niet mogen worden gewijzigd door bijvoorbeeld een besluit tot ontwikkeling of verwerving voor en door de staat. Er zijn daarnaast wel andere manieren om sneller te kunnen reageren op zich plotseling manifesterende operationele behoeften, maar daarbij gaat het in alle gevallen om invulling met reeds bestaande technologie. Er bestaat geen Defensie-eigen innovatieproces dat er juist op gericht is een zich ontwikkelende operationele behoefte vóór te zijn.

Tenslotte is het belangrijk om te zorgen dat er een zekere mate van complementariteit bestaat tussen NAVO (en EU) partners qua R&D en toepassing of bouw van technologisch innovatieve materialen, instrumenten en relevante informatiesoftware. De EU heeft hiervoor een visie neergelegd in 'A New Deal for European Defence', waarin onder meer de nadruk ligt op samenwerking tussen Europese partners en industrieën, waarbij het ontwikkelen van nationale clusters lijkt te worden ontmoedigd.<sup>142</sup> De NAVO daarentegen onthoudt zich van het ontwikkelen van een industriebeleid, en benadrukt slechts het belang van harmonisatie van capaciteitsbenodigdheden.<sup>143</sup>

### **C. Kansen en Ambities**

Het gehele spectrum van ambities en mogelijkheden, operationele noodzaak en kansen voor business ontwikkeling is divers, diffuus en in de praktijk weinig concreet uitgewerkt. Het bepalen van de strategische marktsegmenten moet onderdeel van een goed afgestemde strategie zijn. Daarvoor is het zinvol dat kan worden geprogrammeerd. Hierbij wordt inzichtelijk gemaakt hoe de ontwikkeling van nieuwe technologieën en toepassingen aan de aanbodkant kan worden afgestemd op de vraagkant zodat er een kostenefficiënte en winstgevende interactie tot stand komt.

Om die reden is in deze rapportage er voor gekozen om aan de hand van een analytisch kader, met gebruikmaking van militaire operationele casuïstiek, te duiden wat de huidige 'baseline' is van lucht- en ruimtevaart gebaseerde capaciteiten. Tevens wordt het analytisch kader gebruikt voor het aangeven van de luchtmacht-ambities die in dit domein leven en wat de operationele voordelen in diverse scenario's kunnen zijn. Dit kader biedt daarmee een uitgangspunt voor het bespreekbaar maken van deze ambities met de industrie en om te verkennen op welke aspecten en elementen er gezamenlijke ambities zijn. Hierbij zijn tevens suggesties opgenomen op basis van de volgende vragen:

- 1) Wat is de daadwerkelijke bestaande of toekomstige behoefte van Defensie?
- 2) Hoe kan de Nederlandse industrie helpen om deze behoefte in te vullen?
- 3) In welke mate kan de lucht- en ruimtevaartsector specifiek hierin een rol spelen?
- 4) Wat zijn de verbanden tussen traditionele en niet-traditionele industrie hierbij?

Bij elk van deze vragen kan ook de rol van kennisinstellingen worden meegenomen. De prioriteitsgebieden moet nader door de sector worden bepaald evenals hoe deze samenwerking in de triple-helix of gouden driehoek te organiseren valt.

In onderstaande overzicht is in de cellen aangegeven welke innovaties vanuit de luchtmacht wenselijk zijn. Deze zouden zowel vanuit samenwerkingsperspectief als vanuit programmering een startpunt kunnen vormen.

DEFENSIE BEHOEFTES → AANBOD INDUSTRIE	C2	ISR, INCL. SENSOREN	WAPENS	MOBILITEIT	ONDERHOUD EN TRAINING
<i>Platformen - bemand</i> <sup>144</sup>	Network Enabled	Systeem integratie	Systeem integratie, testing & validation, munitions		Self-healing, propulsion, Embedded Training
<i>Platformen - onbemand</i> <sup>145</sup>	Network Enabled, ground stations	Miniaturisering en endurance → vorm van permanentie	Systeem integratie, testing & validation, munitions	Manned / unmanned integratie, autonoom luchttransport	Self-healing, propulsion
<i>Air/Space systemen</i> <sup>146</sup>	Verbindings-systemen	Energiedrager technologie		Miniaturisering/ endurance	
<i>Sensoren</i> <sup>147</sup>	Early warning/ air defense radar, space tracking,	EOV, wide area motion imagery, multi-/hyper spectraal, Synthetic Aperture RADAR	Systeem integratie, precisie	Tracking and tracing	Performance Health Monitoring
<i>Onderhoud/training</i> <sup>148</sup>	Simulatie C2 omgeving	Opleiding/training analyse capaciteit			Simulatie/ trainingen voor vliegen en onderhoud, prognostic health management, 3D printing
<i>Dataverwerking</i> <sup>149</sup>	Data-analyse en -distributie	Onboard processing, automated analysis, distribution		Autonome logistieke systemen	Performance Based Logistics
<i>Toekomstige concepten/R&amp;D</i> <sup>150</sup>	Space situational awareness/cyber defence	Swarming	Swarming Autonoom, non-kinetisch, non-lethal, precisie, directed energy	Responsive space, robotics, hypervelocity	3D printing, Condition Based Maintenance, Live Virtual Constructive Training

FIGUUR 11 BEHOEFTES DEFENSIE/LUCHTMACHT VERSUS AANBOD UIT NEDERLANDSE INDUSTRIE

**C2:** De luchtmacht intensiveert kennis- en capaciteitsontwikkeling op het gebied van Air C2 om nationaal en internationaal in joint- en coalitieverband te zorgen voor effectieve commandovoering van luchtoperaties. Naast de vaste bijdrage aan de NAVO Commando Structuur (NCS), wil CLSK daarom extra Air C2 kennis en capaciteit kunnen ontwikkelen voor de bijdrage aan nationale en internationale inzet. Het voornemen is om deze capaciteit in de toekomst te bundelen in een Nationaal Air & Space Operatie Centrum (NASOC).

De grenzen tussen de verschillende missiedomeinen vervagen en de informatiestromen moeten de verschillende missiedomeinen kunnen doorkruisen. Het is daarom noodzakelijk om sensoren, wapensystemen en commandovoeringssystemen te koppelen, zowel nationaal als in internationale samenwerkingsverbanden. Om dit te realiseren moeten de verschillende wapensystemen, sensoren en C2-entiteiten informatie op het gebied van onder andere *situational awareness*, coördinatie van wapeninzet, inlichtingen, commandovoering en elektronische oorlogsvoering, met elkaar kunnen delen. De Nederlandse industrie kan bijdragen aan de integratie van de binnen CLSK aanwezige C2 en ISR middelen. Ook is behoefte aan nieuwe C2-infrastructuur en training en simulatie. De IT-bedrijven en sensorindustrie in samenwerking met de lucht- en ruimtevaartsector kunnen bijdragen aan de invulling van deze ambitie.

**ISR:** Het toenemend aantal sensoren en de daardoor geproduceerde datastromen, maken het noodzakelijk de aansturing van de inzet van deze sensoren, de datadistributie- en verwerking, de analyse van de gegenereerde informatie en de (inter-)nationale verspreiding van de inlichtingenproducten te verbeteren. De derde dimensie boven het aardoppervlak leent zich bij uitstek voor het vergaren van data voor inlichtingen en ISR speelt vervolgens een centrale rol bij de snelle en precieze inzet van het luchtwapen. De technologische ontwikkelingen van ISR-capaciteiten bevinden zich in een stroomversnelling.

Een combinatie aan Nederlandse bedrijven kan een rol van betekenis spelen bij de ontwikkeling en exploitatie van verschillende sensoren. De SMART-L RADAR van Thales is een goed voorbeeld. Kleinere sensoren zouden in een samenwerkingsverband met bedrijven uit de lucht- en ruimtevaartsector kunnen bijdragen aan het streven van CLSK om snel een passende oplossing te bieden voor haar operationele behoeftes.

**Wapens:** CLSK streeft naar een breed pakket aan wapens (kinetisch, non-kinetisch, lethaal en niet-lethaal) om op zo efficiënt en effectief op te kunnen treden. Het

komende decennium richt de verbetering en vernieuwing van capaciteiten daarom ook op het verder vergroten van de precisiecapaciteit; onafhankelijk van plaats, tijd, en meteorologische omstandigheden. Met name kennis over nieuwe technieken en kennis op het gebied van systeemintegratie is benodigd om CLSK in haar ambitie te helpen.

**Mobiliteit:** De logistieke processen van materieel zijn van belang voor de gereedheid van (luchtwaardige) wapensystemen. Zowel de huidige systemen alsook toekomstige systemen, waaronder UAS en de F-35, vragen om een kritische beschouwing van de ontwerpen (luchtwaardigheid, certificatie en levensduurbewaking). De concepten als *Performance Based Logistics* (PBL), en *Condition Based Maintenance* (CBM); de samenwerkingsverbanden en uitbesteding; de methodieken waaronder de inrichting van het onderhoud; de logistieke bevoorrading en de toegepaste materialen (Composieten, *Low Observables*) zijn belangrijk. Daarnaast is het van belang om de wapensystemen voor het luchtoptreden gereed en betaalbaar te houden. Daarvoor is levenscyclus kostenbeheersing nodig, gedurende de verwerving en de instandhoudingsfase. Effectieve levensduurbewaking kan pas worden bereikt als kan worden beschikt over missie-, onderhouds- en prestatiegegevens van de wapensystemen, geïntegreerd in geavanceerde diagnostische systemen.

De meeste kosten voor mobiliteit zijn verbonden aan de platformen. De Nederlandse lucht- en ruimtevaartsector kan met kennis en haar capaciteiten bijdragen aan het invullen van de mobiliteitsbehoefte van de krijgsmacht.

**Onderhoud/training:** Om in de toekomst op doelmatige wijze in kwalitatief hoogwaardige training te kunnen voorzien zijn innovatieve trainingsconcepten benodigd. Simulatie is daar een prominent onderdeel van. *Mission Training Through Distributed Simulation* (MTDS), waarbij training via gedistribueerde simulatie snel en effectief kan worden opgezet speelt een belangrijke rol bij het trainen voor operaties en de samenwerking met nationale en internationale spelers. Ook andere ontwikkelingen hebben de aandacht, zoals hightech training op lowtech (vliegende) platforms en het samenbrengen van *Live*, *Virtual* en *Constructive* entiteiten in één trainingsomgeving (LVC). Daarbij gaat het niet alleen om de training van vliegende bemanningen, maar ook om bijvoorbeeld gevechts-/verkeersleiders, technische specialisten en medisch personeel.

IT-bedrijven, in samenwerking met de lucht- en ruimtevaartsector, kunnen bijdragen aan de ontwikkeling van nieuwe trainingsconcepten voor CLSK, zowel op het gebied

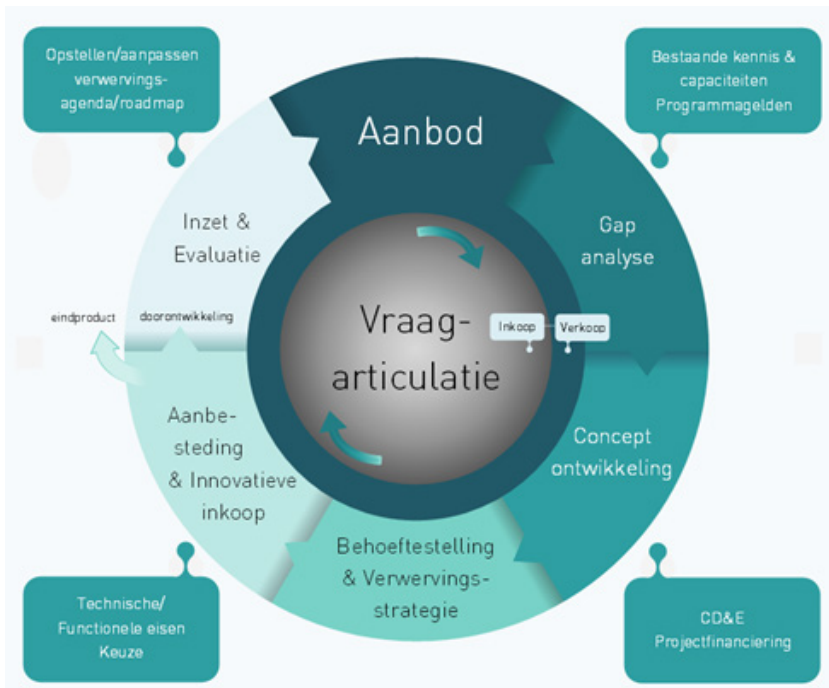
van operationele training (vlieger (operator) training), C2-training als op het gebied van onderhoudstraining. De ambities van de Defensie en de luchtmacht op het gebied van lucht- en ruimtevaart vormen dus onderdeel voor de krijgsmachtbrede operationele behoeftes en mogelijkheden maar bepalen ook de financiële ruimte die daarvoor beschikbaar is. In het licht van de verdere ontwikkeling van de lucht- en ruimtevaartsector is er tevens de afweging of de Nederlandse industrie zich in deze ambities herkent, mogelijkheden ziet om aan deze ambities invulling te helpen geven en de mate waarin die invulling tevens kansen biedt voor business ontwikkeling buiten Nederland. Om het bedrijfsleven de kans te geven om breder mee te kunnen denken over toekomstige behoeftes van de luchtmacht is het zinvol om de vraagstelling soms wat breder te houden in plaats van specifiek te focussen op concreet bestaande problemen of tekortkomingen. Dit komt ook R&D ten goede. Daarnaast is het ontwikkelen van *dual use* onderdelen en -diensten een belangrijke factor. Uiteindelijk is de Nederlandse markt voor veel bedrijven te klein, en zal deze vooral gebruikt worden om producten in eerste instantie in de markt te zetten voordat deze elders worden verkocht.

#### **D. Financiering**

In tegenstelling tot veel andere landen voert de Nederlandse overheid momenteel geen specifiek beleid gericht op de versterking van de Nederlandse luchtvaartindustrie en slechts beperkt met betrekking tot de ruimtevaartindustrie. Door het gemis aan grote sectorspecifieke programma's, zoals in de andere lucht- en ruimtevaart industrielanden wordt Nederland daarmee in een kwetsbare positie gebracht en is er een gebrek aan een *level playing field*.

De financieringsmiddelen die voorheen nog wel eens specifiek gericht waren op het stimuleren van de sector zijn met de introductie van het Topsectorenbeleid (vanaf 2012) verdwenen. Breed algemeen toepasbaar beleid en het inzetten op fiscale instrumenten in plaats van directe programmeringsfinanciering maakt dat het huidige palet aan financieringsmogelijkheden enerzijds lijkt te zijn toegenomen maar tegelijkertijd is deze versnipperd in vergelijking met het beleid voor 2012. Het gevolg hiervan is dat er zeer veel verschillende instrumenten voor financiering zijn, voor steeds andere fasen van kennis- en productontwikkeling, en met steeds andere condities en administratieve voorwaarden. De ervaring en expertise die nodig is om al deze bronnen in te zetten is veelal maar beperkt in de sector aanwezig, terwijl het efficiënt aanboren hiervan veel ervaring vraagt en constante inspanning vergt. Zelfs voor de grotere industriepartijen is het daarom lastig overzicht te houden op de mogelijkheden, laat staan voor kleinere ondernemingen. (zie bijlage Financiële instrumenten.)

In alle landen blijft volgens de OESO, de overheid onmisbaar als initiële geldschieter voor publieke R&D alsmede een belangrijke afnemer van veel ruimte producten en -diensten.<sup>151</sup> De waarde van de aanwezigheid van de publieke sector bij clustervorming in de lucht- en ruimtevaartsector wordt daarmee extra bevestigd. Defensie heeft met CODEMO een financieringsregeling (echter tot max. € 10 miljoen) die vooral het MKB wil helpen om een ingang te krijgen tot Defensie. Een criterium hierbij is dat er een 'duidelijke relatie [is] met een operationele behoefte die voortvloeit uit de hoofdtaken van de krijgsmacht.'<sup>152</sup> Gegeven de impact van Europese aanbestedingsregels zou het zinvol zijn dat projecten die in een eerste instantie onder CODEMO worden gefinancierd dit ook blijven zolang het Ministerie hier behoefte aan blijft hebben. Hiernaast bestaan ook andere instrumenten zoals de Defensie Innovatie Competitie, de *Innovation Game* en *Small Business Innovation Research* (SBIR).<sup>153</sup> Deze worden ook in de DIS beschreven. Ten overvloede zal naar verwachting ook het 9<sup>de</sup> Kaderprogramma van de EU voor Europese R&T ten behoeve van de luchtvaartsector van belang worden.



FIGUUR 12 INNOVATIE EN VERWERVINGSCYCLUS



Programmeren is niet zozeer een kwestie van *picking winners*, maar meer een methode om te zorgen dat de innovatiecyclus op gang komt en in beweging blijft. Zeker gezien de kennisintensieve en investeringsintensieve aard van het productieproces in de lucht- en ruimtevaart is constante interactie tussen de partners in de triple helix een vereiste: én om concurrentiebestendig te blijven, én om *leading edge* te blijven op het gebied van defensie en veiligheid.

De rol van de overheid kan hierbij verder reiken dan partij die de vraag trekt of innovatieprojecten van *seed money* voorziet. Innovatie brengt altijd risico's met zich mee, en het verleden heeft aangetoond dat private partijen vaak niet bereid of in staat zijn om deze risico's te nemen, en dat de overheid hier juist een kritieke rol heeft vervuld. Zo is het basisalgoritme dat achter Google schuilt oorspronkelijk ter wereld gekomen met Amerikaans overheidsgeld, en zijn veel kleine innovatieve bedrijven in de VS en elders begonnen met geld uit *Small Business Innovation Research* subsidies, SBIRs.<sup>154</sup> Ook Nederland heeft hier ervaring mee. Industriële samenwerking kan dus zeker profiteren van aanjagende activiteiten van de overheid, als gevolg waarvan de staat *creator of the knowledge economy* wordt.<sup>155</sup>

Niettemin lijkt het bestaande instrumentarium voor financiering van innovatie in de lucht- en ruimtevaartsector onvoldoende aan te sluiten op toekomstige of zelfs bestaande trends. Disruptieve innovatie en een steeds snellere omlooptijd van technologieën vragen om andersoortige instrumenten en andere manieren om risico's af te dekken, en om partijen aan te moedigen deze juist te nemen – zowel aan Defensiezijde als in de private sector. In Nederland lijkt het ministerie van Defensie in zekere mate bereid om hier een leidende rol in te spelen. Er is de ambitie en bereidwilligheid om initiële R&D in lucht- en ruimtevaart financieel te ondersteunen.

# 8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

A. Conclusies	107
B. Aanbevelingen	109

# 8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

## A. Conclusies

In landen met een significante lucht- en ruimtevaartindustrie speelt deze in de regel een belangrijke rol als leverancier van de nationale luchtmacht. In Nederland is dit eveneens het geval, maar in mindere mate dan in het verleden. Dit komt gedeeltelijk doordat de luchtvaartindustrie na 1996 is gekrompen, en er een non-level playing field is ontstaan omdat Nederland niet meer over *Original Equipment Manufacturers* (OEM) beschikt maar toeleveranciers huisvest. Daarnaast richt deze sector zich hierdoor voornamelijk op de civiele, en niet op de militaire sector.

Als er naar de toekomst wordt gekeken dan blijkt dat de ambities van de industrie en de luchtmacht momenteel divergeren in plaats van op elkaar worden afgestemd. Dit is een ontwikkeling die noch voor de industrie, noch voor de luchtmacht op termijn voordelig is, en vergt een andere manier van kijken naar relaties tussen de sector en de luchtmacht, waarbij een grotere groep van deels niet-traditionele partners wordt meegenomen. Kort gezegd betekent dit dat innovatie en productie moeten gaan plaatsvinden vanuit een systeemintegratie-gedachte waarbij bemande en onbemande platformen, sensoren en dataverwerking naadloos in elkaar overlopen. Dit idee is ingegeven vanuit een aantal trends:

- Defensie en daarmee de luchtmacht worden meer informatiegestuurde organisaties.
- Technologische ontwikkelingen zoals miniaturisering en robotisering dwingen tot nauwere afstemming tussen bouwers van platforms, sensoren en dataverwerkers.
- Niet-kinetische inzet van de luchtmacht wordt belangrijker in moderne oorlogsvoering.
- Nieuwe toegevoegde waarde moet worden gehaald uit verdere innovatieve systeemintegratie en informatieverwerking en sturing daarop. De huidige lucht- en ruimtevaartmaakindustrie kan haar positie verstevigen door meer met kennisinstellingen en voor haar niet-traditionele partijen samen te werken. Hierdoor kunnen ook spillover-effecten worden gestimuleerd voor de maakindustrie.

Een consequentie hiervan is dat moet worden nagedacht over nieuwe samenwerkingsverbanden en aangepaste financieringsinstrumenten. Hoewel er enkele tientallen clusters bestaan in de lucht- en ruimtevaartsector in Nederland zijn deze op dit moment niet ingericht om dit soort samenwerking vorm te geven. Dit vraagt om een heroriëntatie op basis van de volgende zaken.

- 1) Consolidatie van bestaande clusters om de sector als zodanig een sterker profiel te geven is noodzakelijk.
- 2) Er lijkt behoefte aan de creatie van nieuwe samenwerkingsverbanden die geënt zijn op structurele samenwerking tussen Defensie, de relevante kennisinstellingen en de lucht- en ruimtevaartindustrie samen met bouwers van sensoren, bedrijven in de dataverwerking, onbemande systemen en de vele andere nieuwe technologieën die voor de luchtmacht relevant zijn.
- 3) De huidige ingewikkelde en langdurige verwervingsprocedures die door de overheid moeten worden gehanteerd dragen niet voldoende bij aan de ontwikkeling en innovatie van de sector en de tijdige invulling van de behoeftes van Defensie. Kortere verwervingsprocedures kunnen helpen om meer zekerheden te creëren richting de industrie en daarmee de risico's van investeringen in de private sector te mitigeren.
- 4) Tegelijkertijd moet de industrie er klaar voor zijn om in te kunnen spelen op kortere verwervingscycli en nieuwe technologieën aan te kunnen bieden aan Defensie en het CLSK om strategische noden in te kunnen vullen.
- 5) De bestaande financieringsinstrumenten leiden tot versnippering en zijn weinig lucht- en ruimtevaart specifiek. Het is te overwegen net als in andere landen weer specifieke programmatische financiering op te zetten zoals in het recente verleden gebeurde.

Partijen zouden een gezamenlijke lange-termijnpropositie kunnen formuleren op basis waarvan Defensie haar toekomstige behoeftes beter vorm kan geven en die de industrie toekomstzekerheid en meer innovatiekracht bieden. Hiermee kan de Nederlandse industrie zich deels van een 'offset'-markt naar een binnenlandse markt ontwikkelen en haar exportpositie en profiel verder versterken, mede door het *launching customership* van de Nederlandse overheid, om zo een stevige(re) positie op de internationale markt te verwerven en te behouden.

## B. Aanbevelingen

Deze conclusies zijn de basis voor de volgende aanbevelingen:

- Voor de Industrie:
  - Ontwikkel een heldere ambitie waarin tevens de behoeftes van de Nederlandse luchtmacht zijn verwerkt.
  - Zorg in samenspraak met de luchtmacht voor actieve uitwisseling van technische mogelijkheden en operationele inzichten.
  - Vorm het bestaande landschap van samenwerkingsverbanden om en betrek daarbij niet-traditionele partijen (onbemande platformen, sensoren en dataverwerkers ed.) en bezie hoe er kan worden geconsolideerd tussen verschillende samenwerkingsverbanden.
  - Ontwikkel samen met Defensie voorstellen voor meer effectieve specifieke lucht- en ruimtevaart financieringsinstrumenten binnen EU mededingingskaders.
- Voor het ministerie van Defensie en de luchtmacht, en het ministerie van Economische Zaken:
  - Creëer een 'platform' dat dient als ontmoetingsplaats voor de spelers uit de triple helix waar continu informatie uitgewisseld kan worden op basis waarvan CLSK behoeften kan formuleren, de kennisinstututen onderzoeksrichtingen kunnen bepalen, en de industrie producten en diensten kan ontwikkelen.
  - Koppel de huidige inzichten uit de doctrine en *lessons learned* aan het behoefte-stellingsproces en geef van daaruit richting aan R&D en verwerving.
  - Betrek de Nederlandse lucht- en ruimtevaartindustrie vroegtijdig bij behoefte-stelling en lange-termijn planning.
  - Ontwikkel een visie en roadmap voor de luchtmacht, waarin wordt gekeken naar (ook niet-traditionele) componenten, industrie, luchtmacht, kennisinstututen en de rol van overheid, waaronder EZ.
  - Neem in de roadmap tevens plannen op voor internationale militaire samenwerking om complementariteit te garanderen tussen initiatieven in EU/NAVO verband, en om de positie van de Nederlandse industrie hierin zeker te stellen.
  - Maak de vraagstelling soms wat breder in plaats van specifiek te focussen op concreet bestaande problemen of tekortkomingen om zo het bedrijfsleven de kans te geven om breder mee te kunnen denken over toekomstige behoeftes van de luchtmacht.
  - Positioneer de luchtmacht als *innovation lead* en *launching customer* naar de Nederlandse industrie op die terreinen waar de luchtmacht operationele behoeftes heeft.

- Committeer de luchtmacht aan de ontwikkeling van cluster(s) of samenwerkingsverbanden die producenten van (bemande en onbemande) platformen, sensoren en dataverwerkers bijeen brengt.
- Ontwikkel samen met de industrie voorstellen voor meer effectieve specifieke lucht- en ruimtevaart financieringsinstrumenten en verwervingsprocedures binnen EU mededingingskaders en creëer daarmee een nieuw *level playing field*.
- Bezie de mogelijkheid als ministerie van Economische Zaken (EZ), samen met de regionale ontwikkelingsmaatschappijen en NSO om als onafhankelijk intermediair een rol te nemen in het bijeenbrengen van partijen. De regionale ontwikkelingsmaatschappijen kunnen gezamenlijk zorgdragen voor het aanjagen en realiseren (tot stand brengen) van substantiële ontwikkelingsprojecten op nationale schaal, met deelname van het brede regionale bedrijfsleven.
- Voor kennisinstellingen:
  - Stem samen met de overheid en industrie op basis van hun gezamenlijke ambities de toekomstige kennisontwikkeling, toepassings- en innovatiemogelijkheden af.
  - Bevorder dat niet-traditionele kennisontwikkelaars en producenten actief worden betrokken bij deze afstemming.

# BIJLAGE 1 CLUSTERS IN DE LUCHT- EN RUIMTEVAARTINDUSTRIE IN NEDERLAND

Als onderdeel van de analyses die door het projectteam zijn uitgevoerd en met input van de klankbordgroep is het onderstaande overzicht van samenwerkingsverbanden in kaart gebracht. Hierbij in een indeling gehanteerd waarin een onderscheid is gemaakt tussen samenwerkingsverbanden op projectniveau, ten behoeve van handelsbevordering, of meer structurele samenwerkingsverbanden (clusters). HCSS heeft suggesties in rood opgenomen. In de cellen staan de gevonden gecombineerde samenwerkingsverbanden. Verder kent de sector de grotere meer algemene samenwerkingsverbanden: NIDV, Aerospace Cluster (AC), NAG, DAG, SpaceNed, Aerospace agenda ZH cluster, HSC, Aerospace Agenda Flevoland, NSO, ASD, LRN, Maritime meets Aerospace, NEVASCO en anderen.

Wat opvalt aan deze brancheorganisaties is dat de meesten doelstellingen nastreven die min of meer hetzelfde zijn: delen van kennis en ervaring, spreekbuis richting de overheid, opkomen voor belangen van de leden en presentatie naar buiten. Slechts één organisatie (NATG, zie onder) voegt daar nog iets anders aan toe, nl. het bundelen van ervaring en middelen om zodoende door het combineren van producten één geïntegreerd luchthavensysteem te kunnen aanbieden. Bij de overige organisaties, die zich meer met de dynamische lucht- en ruimtevaartplatformen bezighouden, ontbreekt die ambitie. Dat is opmerkelijk, aangezien de veelheid van verschillende lucht- en ruimtevaart gerelateerde producten op het eerste gezicht doen vermoeden dat de sector als geheel tot meer in staat zou moeten zijn dan alleen het produceren van componenten.

## **Gefragmenteerde clusters**

Op dit moment zijn bedrijven die deel uitmaken van, wat gemakshalve als het lucht- en ruimtevaartcluster wordt aangeduid, georganiseerd binnen diverse brancheorganisaties. Dit is op zichzelf al een indicatie voor de graad van versnippering binnen het cluster. Sommige bedrijven en onderzoeksinstituten zijn lid van slechts één organisatie,

anderen zijn lid van twee of meerdere organisaties. De volgende organisaties houden zich bezig met de belangen van lucht- en ruimtevaartbedrijven in Nederland:

a. **Netherlands Aerospace Group (NAG)**, een vereniging van ondernemingen die werkzaam zijn in opleidingen, R&D, engineering, productie, onderhoud, reparatie en de daarbij behorende supportfuncties binnen de luchtvaart. Doel van de NAG is voornamelijk het voorzien in kennis, promotie en belangenbehartiging voor de leden, het fungeren als gesprekspartner met de overheid, vertegenwoordiger van de sector op Europees niveau en de presentatie van de sector op de wereldmarkt.

b. **Dutch Aviation Group (DAG)**, een vereniging van bedrijven en organisaties ter ondersteuning van de luchtvaartsector met kennis, expertise en ervaring. De leden van de DAG zijn onderzoeksinstituten, onderwijsinstellingen en consultancy bedrijven. Het belangrijkste doel is om een netwerk te zijn voor het delen van kennis en ervaring, het verstrekken en het verkrijgen van informatie, en om de samenwerking van Nederlandse bedrijven die actief zijn binnen de luchtvaartindustrie te verbeteren. Dit wordt nagestreefd door het organiseren van conferenties en bijeenkomsten en door presentatie van leden op de DAG-website.

c. **Netherlands Airport Technology Group (NATG)**, een vereniging van productie- en dienstverlenende bedrijven in Nederland, leveranciers van hoogwaardige producten, apparatuur, systemen en diensten aan nationale en internationale luchthavens. Door het bundelen van ervaring en middelen streven de leden ernaar een scala aan producten en diensten aan te bieden die kunnen worden gecombineerd tot volledig geïntegreerde luchthavensystemen.

d. **SpaceNed**, een vereniging van ruimtevaartbedrijven in Nederland met als doel het versterken van de positie van haar leden in de internationale ruimtevaartmarkt. SpaceNed verbindt Nederlandse bedrijven, onderzoeksinstituten en universiteiten die actief zijn in de ruimte. De vereniging vertegenwoordigt haar leden in de communicatie met de regering – vertegenwoordigd door Netherlands Space Office – in het creëren van een goed afgestemde strategie voor de ruimte in Nederland en de realisatie daarvan.

e. **Dutch Gas Turbine Association (DGTA)**, een branchevereniging voor de gasturbine industrie in Nederland met als doel het versterken van de technologische, commerciële en positie op de arbeidsmarkt van deze industrie. DGTA lidmaatschap staat open voor gasturbinefabrikanten, producenten van componenten en systemen, onderhoud, revisie en reparatiebedrijven, adviesbureaus, gebruikers en onderzoeksinstituten.



DGTA de leden zijn actief in toepassingen van gasturbinetechnologie, waaronder in de luchtvaart, in de industrie, en de marine.

f. **Lucht- en Ruimtevaart Nederland (LRN)** is een stichting, ontstaan door krachtenbundeling van de bedrijven uit bovengenoemde brancheorganisaties. Het doel van LRN is om namens de lucht- en ruimtevaartsector één stem richting de politiek en de overheid te vormen, zowel nationaal als internationaal. Zij is een bewezen, betrouwbare en deskundige gesprekspartner. LRN werkt aan het vergroten van het politieke en waar relevant het maatschappelijke draagvlak voor de sector.

g. **Nederlandse Industrie voor Defensie en Veiligheid (NIDV)**, een overkoepelende brancheorganisatie voor defensie en veiligheid gerelateerde bedrijven in Nederland. Doel is het bevorderen van inschakeling van Nederlandse industrie bij opdrachten van het Ministerie van Defensie. Men richt zich tevens op de markt die ontstaat door samenwerking tussen overheden en de markt die voortvloeit uit compensatie-overeenkomsten. Ook Nederlandse instituten die zich bezighouden met defensie gerelateerd onderzoek en ontwikkeling behoren tot de doelgroep. NIDV beoogt intermediair te zijn tussen de overheid, de politiek en haar leden.

h. **Netherlands Space Office (NSO)** is een joint-venture van het Ministerie van Economische Zaken, het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek, dat voor de Nederlandse overheid het Nederlandse ruimtevaartprogramma ontwikkelt en uitvoert. Binnen en buiten Nederland is het NSO het nationale contactpunt voor het Nederlandse ruimtevaartprogramma. Het NSO heeft tevens de taak de communicatie over ruimtevaart te versterken richting de ruimtevaartsector, docenten en studenten en algemeen publiek. Het NSO vormt op zich geen cluster van bedrijven, maar het kan wel vraag en aanbod bij elkaar brengen.

In de navolgende tabel is een globaal overzicht opgenomen van de samenwerkingsverbanden, projecten of handelsbevorderende initiatieven.

Legenda:

Zwart = clusters met duidelijke specifieke toepassing

Blauw = clusters met meer diffuse brede toepassing

Rood = suggesties HCSS

LEGENDA      Zwart = clusters met duidelijke specifieke toepassing  
 Blauw = clusters met meer diffuse brede toepassing  
 Rood = suggesties HCSS

	1. SENSOREN	2. ONBEMANDE PLATFORMEN
1. SENSOREN	<p><i>Projecten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. SensorWorld</li> <li>b. Optical Instrumentation (focus-area Roadmap Space)</li> <li>c. Radio Frequency (RF) Technology (focus-area Roadmap Space)</li> <li>d. Attitude and Orbit Control Systems (focus-area Roadmap Space)</li> <li>e. Solar Arrays (focus-area Roadmap Space)</li> </ul> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <p><i>Clusterverband:</i></p>	
2. ONBEMANDE PLATFORMEN	<p><i>Projecten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Optical Instrumentation (focus-area Roadmap Space)</li> <li>b. Radio Frequency (RF) Technology (focus-area Roadmap Space)</li> <li>c. Attitude and Orbit Control Systems (focus-area Roadmap Space)</li> <li>d. Solar Arrays (focus-area Roadmap Space)</li> </ul> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <p><i>Vast clusterverband:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. MALE UAV (system integration)</li> </ul>	<p><i>Projecten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. TAPAS 2 (Composieten; 2013-2017)</li> <li>b. World Class Composite Solutions (2014-)</li> <li>c. (Fieldlab) Automated Composite Manufacturing Plant (2015-)</li> <li>d. Satellite Propulsion (focus-area Roadmap Space)</li> <li>e. Structures (focus-area Roadmap Space)</li> </ul> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. PIB Frankrijk, Midden-Oosten, VAE, China, Brazilië.</li> </ul> <p><i>Vast clusterverband:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. MALE UAV (platform)</li> </ul>
3. BEMANDE PLATFORMEN	<p><i>Projecten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Optical Instrumentation (focus-area Roadmap Space)</li> <li>b. Radio Frequency (RF) Technology (focus-area Roadmap Space)</li> <li>c. Attitude and Orbit Control Systems (focus-area Roadmap Space)</li> <li>d. Solar Arrays (focus-area Roadmap Space)</li> </ul> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <p><i>Vast clusterverband:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. System Integration</li> </ul>	<p><i>Projecten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. TAPAS 2 (Composieten; 2013-2017)</li> <li>b. World Class Composite Solutions (2014-)</li> <li>c. (Fieldlab) Automated Composite Manufacturing Plant (2015-)</li> <li>d. Structures (focus-area Roadmap Space)</li> </ul> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. PIB Frankrijk, Midden-Oosten, VAE, China, Brazilië.</li> </ul> <p><i>Vast clusterverband:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Manned/unmanned integration</li> </ul>
4. SYSTEMEN		<p><i>Projecten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Ignitors (focus-area Roadmap Space)</li> </ul> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <p><i>Vast clusterverband:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Endurance Propulsion</li> </ul>
5. ONDERHOUD		<p><i>Projecten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. (Fieldlab) Development Center for Maintenance of Composites</li> </ul> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <p><i>Vast clusterverband:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Maintenance Valley</li> <li>b. Dutch Institute World Class Maintenance</li> <li>c. PPP for military engine maintenance</li> </ul>
6. R&D	<p><i>Projecten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Optical Instrumentation (focus-area Roadmap Space)</li> <li>b. Radio Frequency (RF) Technology (focus-area Roadmap Space)</li> <li>c. Attitude and Orbit Control Systems (focus-area Roadmap Space)</li> <li>d. Solar Arrays (focus-area Roadmap Space)</li> <li>e. INTERREG initiatieven</li> </ul> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <p><i>Vast clusterverband:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Nederland Radarland</li> <li>b. ISR</li> </ul>	<p><i>Projecten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. TPRC (Composieten; 2009-2014?)</li> <li>b. IOP (Innovatiegericht Onderzoeks Programma; periode van 8-10 jaar)</li> <li>c. (Fieldlab) Region of Smart Factories Noord Nederland</li> <li>d. (Fieldlab) Automated Composite Manufacturing Plant (2015-)</li> </ul> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. INTERREG initiatieven</li> <li>b. Satellite Propulsion (focus-area Roadmap Space)</li> <li>c. Electrical Ground Support Equipment &amp; Simulation (focus-area Roadmap Space)</li> <li>d. (Fieldlab) Digital Factory Composites Airborne/Siemens (2015-)</li> </ul> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <p><i>Vast clusterverband:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. FMLC (Fibre Metal Laminates Center of Competence)</li> <li>b. M2I</li> <li>c. SensorWorld</li> </ul>

	3. BEMANDE PLATFORMEN	4. SYSTEMEN	5. ONDERHOUD	6. R&D
1. SENSOREN				
2. ONBEMANDE PLATFORMEN				
3. BEMANDE PLATFORMEN	<p><i>Projecten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. TAPAS 2 (Composieten; 2013-2017)</li> <li>b. World Class Composite Solutions (2014-)</li> <li>c. (Fieldlab) Automated Composite Manufacturing Plant (2015-)</li> <li>d. Clean Sky 2 (2014-2024)</li> </ul> <p>a Structures (focus-area Roadmap Space)</p> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. PIB Frankrijk, Midden-Oosten, VAE, China, Brazilië.</li> </ul> <p><i>Vast clusterverband:</i></p>			
4. SYSTEMEN	<p><i>Projecten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Ignitors (focus-area Roadmap Space)</li> </ul> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <p><i>Vast clusterverband:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Endurance Propulsion</li> </ul>			
5. ONDERHOUD	<p><i>Projecten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. (Fieldlab) Development Center for Maintenance of Composites</li> </ul> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <p><i>Vast clusterverband:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Maintenance Valley</li> <li>b. Dutch Institute World Class Maintenance</li> <li>c. PPP for military engine maintenance</li> <li>d. Low Observability Maintenance</li> </ul>	<p><i>Projecten:</i></p> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <p><i>Vast clusterverband:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Maintenance Valley</li> <li>b. Dutch Institute World Class Maintenance</li> <li>c. PPP for military engine maintenance</li> </ul>		
6. R&D	<p><i>Projecten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. TPRC (Composieten; 2009-2014?)</li> <li>b. IOP (Innovatiegericht Onderzoeks Programma; periode van 8-10 jaar)</li> <li>c. Clean Sky 2 (2014-2024)</li> <li>d. (Fieldlab) Region of Smart Factories Noord Nederland</li> <li>e. (Fieldlab) Automated Composite Manufacturing Plant (2015-)</li> </ul> <p>a. INTERREG initiatieven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>c. Electrical Ground Support Equipment &amp; Simulation (focus-area Roadmap Space)</li> <li>d. (Fieldlab) Digital Factory Composites Airborne/Siemens (2015-)</li> </ul> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <p><i>Vast clusterverband:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. FMLC (Fibre Metal Laminates Center of Competence)</li> <li>b. MZI</li> <li>c. Manned/unmanned integration</li> </ul>	<p><i>Projecten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. (Fieldlab) Smart Integrators (2016-2017)</li> </ul> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <p><i>Vast clusterverband:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Robotica</li> </ul>	<p><i>Projecten:</i></p> <p><i>Handelsbevordering:</i></p> <p><i>Vast clusterverband:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Dutch Composite Maintenance Centre</li> <li>b. Conditions based maintenance</li> <li>c. Self-healing</li> </ul>	

CLUSTER/PROJECT	1. SENSOREN	2. ONBEMANDE PLATFORMEN	3. BEMANDE PLATFORMEN	4. SYSTEMEN	5. ONDERHOUD	6. R&D
(Fieldlab) Automated Composite Manufacturing Plant		?	x			x
(Fieldlab) Development Center for Maintenance of Composites		?	x	x	x	
(Fieldlab) Digital Factory Composites Airborne/Siemens (2015-)		?	?			?
(Fieldlab) Region of Smart Factories Noord Nederland		?	x			x
(Fieldlab) Smart Integrator 4 Aero/Space				x		x
Attitude and Orbit Control Systems (focus-area Roadmap Space)	?	?	?			?
Clean Sky 2			x			
Dutch Composite Maintenance Center					x	x
Dutch Institute World Class Maintenance		?	x	x	x	
Electrical Ground Support Equipment & Simulation (focus-area Roadmap Space)		?	?			?
FMLC (Fiber Metals Laminate Center of Competence)		?	x			x
Ignitors		?	?	?		
INTERREG initiatieven		?	?			?
IPO (Innovatiegericht Onderzoeks Programma)		?	x			x
M2I		?	x			x
Maintenance Valley		?	x	x	x	
Nederland Radarland	x					x
Optical Instrumentation (focus-area Roadmap Space)	?	?	?			?
PPP for Military Engine Maintenance		?	x	x	x	
Radio Frequency (RF) Technology (focus-area Roadmap Space)	?	?	?			?
Satellite Propulsion (focus-area Roadmap Space)		?				?
SensorWorld	?	?				x
Solar Arrays (focus-area Roadmap Space)	?	?	?			?
Structures (focus-area Roadmap Space)		?	?			
TAPAS 2		?	x			
TPRC Composieten		?	x			x
World Class Composite Solutions		?	x			

# BIJLAGE 2 KLANKBORDGROEP EN INTERVIEWS

De leden van de klankbordgroep

TITEL	VOORNAAM	ACHTERNAAM	ORGANISATIE	FUNCTIE
Dhr.	Frank	Jansen	NAG	Directeur
Dhr.	Marco	Brinkman	Airborne	Directeur
Dhr.	Ubo	Termote	Airbus	Directeur Marketing & Sales
Dhr.	Michiel	van der Maat,	Fokker	VP Defense Programs
Dhr.	Arjan	Vergouw	Fokker	Director Public Affairs
Dhr.	Bert	Klarus	Innovation Quarter	Project Developer Smart Industry
Dhr.	Donald	Trouerbach	MinDef	Directie Materiele Instandhouding CLSK
Kol	Robert	Adang	MinDef	Hoofd Kernstaf CLSK
LKol	Patrick	Bolder	MinDef	Kernstaf CLSK, Hfd Sectie beleidsadvisering
Dhr.	Pieter	Taal	MinEZ	Commissariaat Militaire Productie
Dhr.	Ron	Nulkes	NIDV	Directeur
Mevr.	Johanneke	ter Hennepe,	NLR	Chief Marketing Officer
Dhr.	Henk	van Leeuwen,	RVO	
Dhr.	Raymond	van der Meer	NLR	
Dhr.	Hendrik-Jan	van Veen,	TNO	Director Information Superiority
Mevr.	Joyce	Ten Holter	TU Delft	Project Manager Valorisatie
Dhr.	Ingrid	Houthuysen	TU Delft	Wetenschapper

## Interviews

Uit diverse gesprekken met luchtmachtfunctionarissen<sup>156</sup> blijkt dat de luchtmacht zich terdege bewust is van het belang en de invloed van *disruptive technology*. Men voorziet dat toekomstige militaire lucht- en ruimtevaart met name onder invloed van dit soort ontwikkelingen zal staan. Daarmee gepaard gaande zullen de doorlooptijden van nieuwe ontwikkelingen en wapensystemen ook vele malen korter zijn dan in de traditionele lucht- en ruimtevaart. Wil de luchtmacht in de toekomst een doorslaggevende rol kun-

nen blijven spelen, niet alleen bij het vechten van conflicten, maar ook bij het voorkomen ervan, dan moet het toegang verkrijgen en behouden tot *disruptive technology*.

Uit sessies van de Klankbordgroep<sup>157</sup> komt naar voren dat deze ontwikkelingen in brede zin worden herkend, maar dat nog niet voor iedereen duidelijk is hoe daarmee om te gaan. Het belang van het betrekken van zogenaamde – vaak *disruptive – non-traditionals*, dat wil zeggen, bedrijven die niet tot de traditionele lucht- en ruimtevaartsector behoren, wordt weliswaar onderkend, maar de vraag is op welke wijze dat kan worden ingevuld.

Uit diverse gehouden interviews blijkt dat de interesse om *non-traditionals* vertegenwoordigd te zien binnen de sector groeiende is, zowel bij de huidige leden van de sector, als bij bedrijven en organisaties die er nog geen deel van uitmaken. Eén van de huidige partijen geeft aan dat het zich terdege bewust is van de noodzaak de stap richting een meer *disruptive* ontwikkeling te zetten om op termijn relevant te kunnen blijven voor met name de defensie- en de veiligheidssector, waar *disruptive technology* steeds meer opgeld doet. Zij vragen zich echter af of de bedrijfscultuur van traditionele luchtvaartindustrie niet te traag is om dergelijke snelle ontwikkelingen te kunnen volgen. Mogelijk dat vertegenwoordiging vanuit de niet-traditionele luchtvaart-technische en sensorenfabrikanten het voor de traditionele bedrijven makkelijker zal maken om samen die stap wel te zetten.

Probleem is wel dat de niet-traditionele – soms *disruptive* – bedrijven vaak startups zijn of in ieder geval MKB's. Ze zijn in vele gevallen (nog) niet aangesloten bij een branchevereniging of de NIDV, hoewel dat wel aan het veranderen is. Het is voorlopig nog niet eenvoudig een vertegenwoordiging binnen de sector te realiseren. Eén *non-traditional* benaderen betekent vele anderen niet uitnodigen en de vraag is of de benaderde partij representatief genoeg is om voor de anderen te kunnen spreken. Meerdere partijen uit dat segment uitnodigen leidt welhaast zeker tot – zoals één van de geïnterviewden aangeeft – een Poolse landdag. Daar komt bij dat bij de kleinere bedrijven uit het niet-traditionele segment ook argwaan leeft met betrekking tot het risico op 'het stelen van ideeën' door de grotere bedrijven of onderzoeksorganisaties, waarna het kleine bedrijf het nakijken heeft. Daarnaast bestaat ook de vrees voor 'verplichte samenwerking' als men eenmaal is toegetreden. Om *disruptive* te kunnen blijven, moet *disruptive development* buiten de bureaucratie van grote organisaties worden getrokken, stelt men. Er is dus nog werk te verrichten, voordat men ertoe kan overgaan een vertegenwoordiging van *non-traditionals* binnen de sector te realiseren.

Sommige van de geïnterviewde partijen juichen het toe als de sector en de luchtmacht zich meer op innovatie gaan toeleggen, maar geven daarbij wel aan dat het nog ontbreekt aan een gedegen test & validatie-capaciteit. Innovatieve ideeën lopen daardoor het risico te verzanden in de traditionele bureaucratie, die geleefd wordt door de waan van de dag. Weliswaar kunnen de Nederlandse onderzoeksorganisaties daarin veel betekenen als facilitator, maar de verantwoordelijkheid voor het testen en valideren van innovaties dient te liggen bij de opdrachtgever of de sector als geheel. Dat betekent een toegewijde organisatie, met daarin mensen wier hoofdtaak het is zich daarmee bezig te houden, of zoals één gesprekspartner stelt: 'Bemensing van de innovatie-keten is van essentieel belang.' Ook dat zou door de sector kunnen worden geacommodeerd.

# BIJLAGE 3 FINANCIËLE INSTRUMENTEN

De Bijlage Financiële Instrumenten is online in te zien of te downloaden. Ga hiervoor naar: [www.hcss.nl](http://www.hcss.nl).



# BIJLAGE 4 DEFINITIES

## **Command en Control (C2)**

De definitie van C2 volgens de USAF (Command and Control, Air Force Doctrine Document 2-8, 1 June 2007); 'The exercise of authority and direction by a properly designated commander over assigned and attached forces in the accomplishment of the mission. C2 functions are performed through an arrangement of personnel, equipment, communications, facilities, and procedures employed by a commander in planning, directing, coordinating, and controlling forces and operations in the accomplishment of the mission.'

(DP-3.3; Nederlandse Doctrine voor Air & Space Operations) Nederland en de NAVO baseren hun command & control (C2) filosofie op opdrachtgerichte commandovoering (*mission command*), waarbij het vaststellen en communiceren van het oogmerk (*intent*) van de commandant centraal staat. Daarmee wordt maximale vrijheid van handelen gegeven aan de lagere niveaus. Opdrachtgerichte commandovoering is belangrijk in de huidige complexe omgeving. Het richt zich op de te bereiken resultaten en laat het initiatief voor de wijze waarop de resultaten worden behaald aan de uitvoerders.

De unieke kenmerken van Airpower, hoogte, snelheid en bereik, stellen het luchtwapen in staat om tegelijkertijd strategische, operationele en tactische doelstellingen te behalen. Gecombineerd met de relatieve schaarste van Airpower, vraagt dit om een aangepaste – specifieke – manier van commandovoering; Air C2. Om de effecten te stroomlijnen en de juiste prioriteiten voor de schaarse middelen te kunnen stellen vraagt Airpower in de regel om gecentraliseerde commandovoering.

## **Intelligence**

Intelligence is de uitkomst van een cyclisch proces van verzamelen, analyseren en verspreiden van informatie over de omgeving en over de capaciteiten en intenties van actoren binnen die omgeving.

## **Surveillance**

(DP-3.3; Nederlandse Doctrine voor Air & Space Operations). Surveillance is de voortdurende en systematische observatie van de ruimte, de lucht, de grond, of de zee met visuele, elektronische of andere middelen. Surveillance middelen in de lucht en de ruimte opereren op grote hoogte, waardoor objecten en personen vanaf grote afstand en achter obstakels kunnen worden gedetecteerd.

De radarsystemen van het AOCS dragen bij aan surveillance van het luchtruim boven Nederland. Deze radarsystemen zijn via netwerken verbonden met systemen van buurlanden en met andere sensoren zoals AWACS, F-16s, de Patriot en de MFF en LCF-fregatten. Deze sensoren kunnen gezamenlijk complete en 'real time' informatie delen over het Nederlandse en naburige luchtruim.

In NAVO-verband maakt Nederland gebruik van AWACS radartoestellen die het luchtbeeld in een operatiegebied in kaart kunnen brengen.

De NH90 heeft *Electronic Warfare Support Measures* (ESM) equipment aan boord waarmee elektromagnetische (EM) signalen worden onderschept, gelokaliseerd, geclassificeerd en geïdentificeerd. Door gebruik te maken van dit systeem in combinatie met de FLIR en een datalink, is een NH90 in staat zonder zelf signalen uit te zenden, een beeld op te bouwen van het zeegebied.

## **Reconnaissance**

(DP-3.3; Nederlandse Doctrine voor Air & Space Operations). *Reconnaissance* is de inzet van visuele observatie of andere middelen om specifieke informatie over een bepaald object of gebied in kaart te brengen. Deze middelen zijn vaak voor een beperkte tijd beschikbaar, maar zijn uitermate geschikt om urgente en nauwkeurige informatie te leveren.

## **Analyse**

(DP-3.3; Nederlandse Doctrine voor Air & Space Operations). Binnen de luchtmacht gebeurt de eerste verwerking en exploitatie van ISR-data bij de sensor (eerstelijns analyse). Dit resulteert in een zogenaamd single-source ISR-deelproduct. Vervolgens kunnen deze deelproducten voor verdere verwerking in de *joint* en *combined* inlichtingencyclus worden ingebracht (tweede-lijns analyse). In dat proces wordt een zogenaamd all-source-product gegenereerd. Inlichtingenproducten worden aan de directe opdrachtgever geleverd, maar worden ook verspreid naar andere belanghebbenden. Zo worden de met Airpower gegenereerde inlichtingenproducten geleverd

aan nationale en internationale inlichtingeneenheden. In Nederland zijn het *Joint Intelligence Surveillance Target Acquisition & Reconnaissance Command* (JISTARC) en de Militaire Inlichtingen- en Veiligheids Dienst (MIVD) in staat om met een All Source Intelligence Cell (ASIC) informatie afkomstig uit verschillende sensoren en bronnen voor analyse samen te voegen. Op verzoek van de civiele autoriteiten (aan de CDS) kunnen luchtgebonden systemen ook in Nederland worden ingezet voor opsporing, bewaking of het leveren van beeldmateriaal vanuit de lucht.

## **Wapens**

Het optreden vanuit de lucht en ruimte kan zowel kinetisch als niet-kinetisch plaatsvinden. Een mix aan middelen is belangrijk. Termen die gebruikt worden zijn; precisie, stand-off, vrijvallende wapens, boordkanon, *missiles*, raketten, elektromagnetisch spectrum, *jamming*, atoombom, show of force. Belangrijk is dat wapens zich niet laten indelen in de categorieën strategisch, operationeel of tactisch niveau. Elk wapen kan gebaseerd op het aan te vallen doel een effect creëren op tactisch, operationeel of strategisch niveau.

## **Strategisch niveau**

Effecten op het strategisch niveau van oorlog beperken het vermogen van de tegenstander om oorlog of gevechtshandelingen in het algemeen uit te voeren. Strategische effecten moeten daarom zwaartepunten van macht van de tegenstander neutraliseren. Op het strategische niveau worden multinationale (bondgenootschap of coalitie) veiligheidsdoelstellingen gemaakt en worden alle nationale middelen aangewend om deze doelstellingen en gewenste eindresultaten te bereiken. Deze nationale doelen geven op hun beurt richting aan het ontwikkelen van de algemene militaire doelstellingen, die daarna gebruikt worden om militaire doelen en strategie te ontwikkelen voor elk 'oorlogstheater'. Strategie is gericht op resultaat en strategische doelstellingen definiëren dus het strategische niveau. In sommige gevallen is het nuttig om de nationale strategie in het algemeen los te zien van 'theater-strategisch' niveau, het niveau waar specifieke operationele commandanten de algemene resultaten van grote operaties bepalen en dirigeren die in hun gebiedsverantwoordelijkheid vallen en expliciet koppelen aan de overkoepelende nationale strategie en beleid. In algemene terminologie richt het strategische niveau zich op *waarom* en *met wat* we zullen vechten en *waarom* de tegenstander tegen ons vecht.

## **Operationeel niveau**

Het operationele niveau van oorlogsvoering ligt tussen het strategische en tactische niveau. Op dit niveau worden campagnes en grote militaire operaties ontworpen,

gepland, uitgevoerd, voortgezet, beoordeeld en aangepast om strategische doelstellingen te behalen binnen bepaalde operationele gebieden. Deze activiteiten impliceren een bredere dimensie van tijd en ruimte dan bij het orkestreren van operaties tactische successen om doelstellingen op hogere niveaus te behalen. De besluitvormingsproducten op het operationele niveau van planning identificeren de benodigde troepen en middelen gebalanceerd tegen het operationele risico. Operationele effecten zoals *air superiority*, *space superiority*, *cyber superiority*, verslaan van vijandige oppervlakte-troepen, het isoleren van vijandige troepen en verstoring of vernietiging van vijandig leiderschap zijn de middelen waarmee de operationele commandant de algemene strategie ondersteunt. Operaties behelzen tevens de integratie van tactische missies en gevechten om strategische doelen te behalen. Planning op het operationele niveau bepaalt *wat* we zullen raken, met *welke* acties, in *welke* volgorde, voor *hoe* lang en met *welke* middelen.

### **Tactisch niveau**

Op het laagste niveau van het spectrum ligt het tactische niveau van oorlogsvoering, waar individuele gevechten uitgevochten worden. Waar behaalde resultaten vaak als strategisch en operationeel omschreven worden, gebeuren militaire acties bijna alleen maar op het tactische niveau. Zelfs bij een wereldwijde aanvalsmis­sie, gericht op het produceren van direct strategisch effect op een vijandig COG, is er uiteindelijk sprake van een tactische actie. Voor de vlieger is het onderscheid tussen dit tactische niveau en de hogere niveaus vrij duidelijk. Vliegers vechten zelden veldslagen (zoals grondtroepen doen), maar focussen op het tactische niveau op individuele gevechten en 'missies'. Het tactische niveau van lucht-, ruimte- en cyberspace oorlogsvoering gaat over hoe troepen ingezet worden en de details van hoe gevechten uitgevoerd worden. Tactiek gaat over het unieke gebruik van geweld, dus de toepassing van dit geweld definieert het tactische niveau. In het kort gaat het tactische niveau van oorlogsvoering over *hoe* we vechten.

# EINDNOTEN

# EINDNOTEN

- 1 Ministerie van Defensie en Ministerie van Economische Zaken, 'Defensie Industrie Strategie 2013', 2013, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2013/12/10/geactualiseerde-defensie-industrie-strategiex>.
- 2 ISR staat voor Intelligence, Surveillance en Reconnaissance en C2 voor Command en Control.
- 3 MALE UAV staat voor Medium Altitude Long Endurance Unmanned Aerial Vehicle.
- 4 Regionale ontwikkelingsmaatschappijen neemt steeds vaker een regierol bij regionale ontwikkelingen, zoals bijvoorbeeld is gebeurd bij instandhoudingsactiviteiten van opvolger van de F16, de F35.
- 5 Ministerie van Defensie en Ministerie van Economische Zaken, 'Defensie Industrie Strategie 2013'.
- 6 Ibid., 13.
- 7 Moore's Law, geformuleerd door Intel's Gordon Moore, dicteert dat elke twee jaar het aantal transistoren op een gegeven oppervlakte van silicium verdubbelt. Alhoewel het einde van Moore's Law al meerdere malen in het verleden door sceptici is voorspeld, is de wet de afgelopen vijftig jaar opvallend accuraat gebleken.
- 8 The Economist, 'The future of computing', *The Economist*, 12 maart 2016, <http://www.economist.com/news/leaders/21694528-era-predictable-improvement-computer-hardware-ending-what-comes-next-future>.
- 9 Rathenau Instituut, 'Financiering en uitvoering van R&D in Nederland', 14 januari 2016, <https://www.rathenau.nl/nl/page/financiering-en-uitvoering-van-rd-nederland>.
- 10 Summerer, 'Signs of Potentially Disruptive Innovation in the Space Sector.', 2011.
- 11 McKinsey & Company, 'An incumbent's guide to digital disruption', Mei 2016, <http://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/an-incumbents-guide-to-digital-disruption?>
- 12 Ibid.
- 13 Ibid.
- 14 Ibid.
- 15 Ministerie van Defensie, 'Luchtmacht Kennis en Innovatieplan 2017', 15 december 2015, 7–9.
- 16 Interviews zijn gehouden met diverse functionarissen van Fokker Technologies, het Ministerie van Economische Zaken, TNO, Vigilance en Airbus Defence & Space Nederland.
- 17 'From Concorde to the iPhone, State Intervention Drives Technological Innovation | Paul Mason | Opinion | The Guardian,' geraadpleegd 4 mei, 2016, <http://www.theguardian.com/commentisfree/2014/jul/27/concorde-iphone-history-state-intervention-technological-innovation>.
- 18 The Hague Center for Strategic Studies, 'Taking the high ground. Toekomstvisie Luchtwapen 2015-2025'.

- 19 P.C. Fenema e.a., 'Big data analytics en Defensie: visie en aanpak', Text, (16 september 2015), 379, <http://www.militairespectator.nl/thema/bedrijfsvoering/artikel/big-data-analytics-en-defensie-visie-en-aanpak>.
- 20 Ministerie van Defensie, 'CLSK Actieplan Space', 16 april 2014, 2.
- 21 NLR-CR-2008-440, Directed Energy Weapons - Current State of Technology, oktober 2008. NLR-CR-2013-131, An overview of the current state of technology of systems, juni 2013.
- 22 The Hague Center for Strategic Studies, 'Taking the high ground. Toekomstvisie Luchtwapen 2015-2025', 2013, <http://www.hcss.nl/reports/taking-the-high-ground-toekomstvisie-luchtwapen-2015-2025/120/>.
- 23 Ibid.
- 24 Pape, *Bombing to win*, 55.
- 25 Commando Luchtstrijdkrachten, Ministerie van Defensie, 'DP-3.3 Nederlandse Doctrine voor Air & Space Operations', 2014, <https://www.defensie.nl/binaries/defensie/documenten/publicaties/2014/12/18/nederlandse-doctrine-voor-air-space-operations/dp-3.3-doctrine-voor-air-enamp-space-operations-gedrukte-versie-tcm4-1205746.pdf>.
- 26 Robert Anthony Pape, 'The True Worth of Air Power', geraadpleegd 17 december 2015, <https://www.foreignaffairs.com/articles/2004-03-01/true-worth-air-power>.
- 27 Ibid.
- 28 Commando Luchtstrijdkrachten, Ministerie van Defensie, 'DP-3.3 Nederlandse Doctrine voor Air & Space Operations', 45.
- 29 Rupert Smith, *The utility of force: the art of war in the modern world* (London ; New York: Allen Lane, 2005).
- 30 'Treaty on principles governing the activities of States in the exploration and use of outer space, including the moon and other celestial bodies', 27 januari 1967, [http://wetten.overheid.nl/BWBV0004403/geldigheidsdatum\\_21-06-2013](http://wetten.overheid.nl/BWBV0004403/geldigheidsdatum_21-06-2013).
- 31 J.C. Klinkenberg, 'Space: de logische stap naar het ruimtedomein', *Militaire Spectator*, 20 februari 2015, <http://www.militairespectator.nl/thema/strategie/artikel/space-de-logische-stap-naar-het-ruimtedomein>.
- 32 The Hague Centre for Strategic Studies, 'Taking the high ground. Toekomstvisie Luchtwapen 2015-2025'.
- 33 Hoewel eenheden van de Koninklijke Luchtmacht met geleide wapens diverse malen zijn ingezet voor het beschermen van het Turkse en ook het Israëliëse luchtruim tegen ballistische raketten vanuit Irak en Syrië, wordt er in dit overzicht niet verder op ingegaan. De eenheden maken inmiddels deel uit van het Commando Landstrijdkrachten.
- 34 Jorge Niosi en Majlinda Zhegu, 'Aerospace Clusters: Local or Global Knowledge Spillovers?', *Industry and Innovation* 12, nr. 1 (1 maart 2005): 5, doi:10.1080/1366271042000339049.
- 35 OECD, 'The Space Economy at a Glance 2014', 2014, 11, <http://www.oecd.org/sti/the-space-economy-at-a-glance-2014-9789264217294-en.htm>.
- 36 Deloitte, '2015 Global Aerospace & Defense Industry Outlook', *Deloitte*, 2015, <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Manufacturing/gx-mnfg-2015-global-a-and-d-outlook.pdf>.
- 37 AeroSpace & Defence Industries Association of Europe (ASD) omvat 17 EU-landen, plus Noorwegen, Zwitserland en Turkije. Zie: Aerospace and Defence Industries Association of Europe, 'Aerospace and Defence Facts and Figures 2015', 2015, [http://www.asd-europe.org/fileadmin/user\\_upload/Client\\_documents/ASD\\_Contents/2\\_COMMUNICATION/2.5\\_Publications/2.5.2\\_Facts\\_and\\_Figures/27439\\_Facts\\_and\\_Figures\\_2015\\_web.pdf](http://www.asd-europe.org/fileadmin/user_upload/Client_documents/ASD_Contents/2_COMMUNICATION/2.5_Publications/2.5.2_Facts_and_Figures/27439_Facts_and_Figures_2015_web.pdf).
- 38 Ministerie van Defensie en Ministerie van Economische Zaken, 'Defensie Industrie Strategie 2013', p. 5-6.
- 39 Ibid., 3-6.

- 40 'Kenmerken sector Lucht en Ruimtevaart', geraadpleegd 6 april 2016, <http://www.luchtenruimtevaart.nl/wie-wij-zijn/economisch-belang/kenmerken-sector.html>.
- 41 Netherlands Space Office, 'Nederland investeert in kansrijke toekomst ruimtevaart', 12 september 2014, <http://www.spaceoffice.nl/nl/Nieuws/1688/Nederland-investeert-in-kansrijke-toekomst-ruimtevaart.html>.
- 42 Holland Space Cluster, 'De Nederlandse Ruimtevaart: een onbekende met meerwaarde', april 2012, <http://media.leidenuniv.nl/legacy/ruimtevaart-position-paper-fin.pdf>.
- 43 ESA, 'ESTEC: European Space Research and Technology Centre', *European Space Agency*, geraadpleegd 12 februari 2016, [http://www.esa.int/About\\_Us/ESTEC/ESTEC\\_European\\_Space\\_Research\\_and\\_Technology\\_Centre](http://www.esa.int/About_Us/ESTEC/ESTEC_European_Space_Research_and_Technology_Centre).
- 44 Gert van der Burg e.a., 'Topsector HTSM: Roadmap Space 2015-2020' (Lucht- en Ruimtevaart Nederland, augustus 2015), 6.
- 45 <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9214061e.pdf?expires=1450796693&id=id&accname=guest&checksum=FE6F6918A92C7CA9CDD8DF48A8BA2913>
- 46 Wim Pasteuning, Collin Beers, en Stefan Jongerius, 'Topsector HTSM: Roadmap Aeronautics Manufacturing and Maintenance 2014-2020', september 2014, p. 5.
- 47 Ministerie van Defensie en Ministerie van Economische Zaken, 'Defensie Industrie Strategie 2013', p. 9
- 48 W.R.M.J. Meessen en W.M. Van der Wiel, 'Concept Development & Experimentation' (CD&E)', Text, (1 april 2014), <http://www.militairespectator.nl/thema/strategie-techniek-operaties/artikel/%E2%80%98concept-development-experimentation%E2%80%99-cde>.
- 49 Lucht- en Ruimtevaart Nederland, 'Kenmerken sector: hoogwaardig en ambitieus', geraadpleegd 5 februari 2016, <http://www.luchtenruimtevaart.nl/wie-wij-zijn/economisch-belang/kenmerken-sector.html>.
- 50 'Overname Fokker versterkt Nederlandse luchtvaartindustrie' | Het Financieele Dagblad', geraadpleegd 5 april 2016, <http://fd.nl/ondernemen/1112727/overname-fokker-versterkt-nederlandse-luchtvaartindustrie>.
- 51 'Wat is er over van de Nederlandse luchtvaartindustrie? - Binnenland - PAROOL', geraadpleegd 5 april 2016, <http://www.parool.nl/binnenland/wat-is-er-over-van-de-nederlandse-luchtvaartindustrie~a4265612/>.
- 52 Sectorfonds Luchtvaart, 'Ambitie luchtvaartsector', *Sectorplan Luchtvaart*, geraadpleegd 5 februari 2016, <http://www.sectorplan-luchtvaart.nl/sectorplan/over-sectorplan-luchtvaart/ambitie-luchtvaartsector/>.
- 53 Sectorfonds Luchtvaart, 'Sectorplan Luchtvaart 2013-2015: Arbeidsmarktanalyse', 31 mei 2014, <http://www.sectorplan-luchtvaart.nl/wp/wp-content/uploads/2015/08/Sectorplan-Luchtvaart-2013-2015-DEEL-1-ARBEIDSMARKTANALYSE-1.pdf>.
- 54 Netherlands Aerospace Group, 'NAG Factsheet', 2014, [http://www.nag.aero/fileadmin/user\\_upload/\\_temp\\_/NAG\\_Factsheet\\_01.pdf](http://www.nag.aero/fileadmin/user_upload/_temp_/NAG_Factsheet_01.pdf).
- 55 Lucht- en Ruimtevaart Nederland, 'Kenmerken sector Lucht en Ruimtevaart: Hoogwaardig en Ambitieuus', [luchtenruimtevaart.nl](http://www.luchtenruimtevaart.nl), geraadpleegd 10 november 2015, <http://www.luchtenruimtevaart.nl/wie-wij-zijn/economisch-belang/kenmerken-sector.html>.
- 56 European Commission, 'Competitiveness of the EU aerospace industry with focus on aeronautics industry : final report', 2009, <http://bookshop.europa.eu/en/fwc-sector-competitiveness-studies-pbNB0114158/>.
- 57 Kleis Jager, 'Het bruijt weer in de luchtvaartsector | Het Financieele Dagblad', 19 juni 2015, <http://fd.nl/ondernemen/1108198/het-bruijt-weer-in-de-luchtvaartsector>.



- 58 'TU Delft: Oprichting centrum voor reparatie en onderhoud van composietonderdelen', geraadpleegd 5 april 2016, <http://www.lr.tudelft.nl/nl/actueel/laatste-nieuws/artikel/detail/establishment-of-repair-and-maintenance-centre-for-composites/>.
- 59 'TAPAS - Thermoplastic Affordable Primary Aircraft Structure consortium - News', geraadpleegd 5 april 2016, <http://www.tapasproject.nl/en/news/2014/Fokker-TenCate-and-partners-enter-next-stage-in-innovation-partnership-with-Airbus>.
- 60 Zie o.a. 'Inbreng voor de toekomstige EU luchtvaartstrategie I Brief I Rijksoverheid.nl', geraadpleegd 5 april 2016, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/brieven/2015/07/07/nl-inbreng-voor-de-toekomstige-eu-luchtvaart-strategie-en-Lucht-en-Ruimtevaart-Nederland,-ROADMAP-AERONAUTICS-MANUFACTURING-AND-MAINTENANCE-2013-2020-Topsector-HTSM>.
- 61 NLR, 'NLR Onderzoeksprogramma 2016 -2019'.
- 62 Ibid.
- 63 Holland Space Cluster, 'De Nederlandse Ruimtevaart: een onbekende met meerwaarde'.
- 64 Van der Burg e.a., 'Topsector HTSM: Roadmap Space 2015-2020', p. 8.
- 65 Netherlands Space Office, 'Spaceoffice.nl: Het NSO', geraadpleegd 18 december 2015, <http://www.spaceoffice.nl/nl/Het-NSO/>.
- 66 Lucht- en Ruimtevaart Nederland, 'Home | Lucht en Ruimtevaart', geraadpleegd 18 december 2015, <http://www.luchtenruimtevaart.nl/>.
- 67 Holland Space Cluster, 'Holland Space Cluster', geraadpleegd 18 december 2015, <http://www.hollandspacecluster.nl/>.
- 68 'facts&figures\_june\_2014\_web.pdf', geraadpleegd 17 december 2015, [http://www.eurospace.org/Data/Sites/1/pdf/facts&figures\\_june\\_2014\\_web.pdf](http://www.eurospace.org/Data/Sites/1/pdf/facts&figures_june_2014_web.pdf).
- 69 OECD, 'The Space Economy at a Glance 2014', 16. Onder space economy rekent de OESO dus niet alleen de ruimtevaartindustrie die satellieten fabriceert en uitbaat, maar ook afgeleide activiteiten gericht op de consumentenmarkt, die profiteren van jarenlange R&D in de publieke (ruimtevaart)sector.
- 70 Ibid.
- 71 Ten Cate, 'Space and satellite | Royal Ten Cate Divisions EMEA', geraadpleegd 18 december 2015, <http://www.tencate.com/advancedcomposites/aerospace-applications/space-and-satellite/default.aspx>.
- 72 Holland Space Cluster, 'De Nederlandse Ruimtevaart: een onbekende met meerwaarde'.
- 73 van der Burg e.a., 'Topsector HTSM: Roadmap Space 2015-2020', p. 8.
- 74 Holland Space Cluster, 'De Nederlandse Ruimtevaart: een onbekende met meerwaarde'.
- 75 van der Burg e.a., 'Topsector HTSM: Roadmap Space 2015-2020', p. 8.
- 76 Minister Economische Zaken, 'Nota over Ruimtevaartbeleid 2014-2020,' Brief (Den Haag: Tweede Kamer der Staten-Generaal, September 11, 2014), <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-24446-55.html>.
- 77 Onderzoek uitgevoerd in opdracht van HCSS. Bron: Policy Research Corporation, 'Economische Potentie Cluster Aardobservatie Eindrapportage.'. Zie voor de definitie van de sector voetnoot 1.
- 78 Onderzoek uitgevoerd in opdracht van HCSS. Bron: Ibid.
- 79 Dit cijfer komt grofweg overeen met dat genoemd in Taakgroep Toepassingen Satellietdata o.l.v. voorzitter European Association of Remote Sensing Companies (EARSC), 'De Ruimte Voor Het Gebruik - Meer Waarde Voor Onze Aarde.', p. 27

- 80 Onderzoek uitgevoerd in opdracht van HCSS. Bron: Policy Research Corporation, 'Economische Potentie Cluster Aardobservatie Eindrapportage.'
- 81 European Defence Agency, 'Annual Report 2014', 2015, 7,8, <https://www.eda.europa.eu/docs/default-source/eda-annual-reports/eda-annual-report-2014>.
- 82 EDA, 'EDA Annual Report 2013', 2013, 14–15, <http://www.eda.europa.eu/info-hub/publications>.
- 83 Intern document van de Koninklijke Luchtmacht
- 84 Ministerie van Defensie, *Anticiperen en innoveren in een veranderlijke wereld. Strategie-, kennis- en innovatieagenda 2011-2015*, mei 2011. De SKIA wordt momenteel geactualiseerd.
- 85 Ministerie van Defensie, 'In het Belang van Nederland', 2013.
- 86 Ibid., 17.
- 87 Ministerie van Defensie en Ministerie van Economische Zaken, 'Defensie Industrie Strategie 2013', p. 6
- 88 'Geen gouden bergen maar innovatiekansen | 03 | de Vliegende Hollander', geraadpleegd 9 maart 2016, <https://magazines.defensie.nl/vliegendehollander/2014/10/air>.
- 89 Ministerie van Defensie, 'Airforce Reinvented: Masterplan CLSK 3.0', 2015, 20, 21.
- 90 Luchtmacht Kennis & Innovatieplan 2017, 15 december 2015, p. 1.
- 91 VNO-NCW en MKB Nederland, 'NEDERLAND MAAKT! Over het belang van de industrie en industriële waardeketens voor Nederland', januari 2016, 29, <https://www.mkb.nl/sites/default/files/Nederland%20Maakt%20-%20Brochure%20VNO-NCW%20en%20MKB-Nederland.pdf>.
- 92 Ibid., p. 3.
- 93 Ibid., p. 11.
- 94 Ibid., p. 10.
- 95 Ministerie van Buitenlandse Zaken, 'Versterking van de positie van Nederland in mondiale waardeketens', mei 2014, 5, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2014/05/16/versterking-van-de-positie-van-nederland-in-mondiale-waardeketens>.
- 96 Ibid., p. 5.
- 97 European Commission, red., *Flightpath 2050: Europe's Vision for Aviation ; Maintaining Global Leadership and Serving Society's Needs*, Policy / European Commission (Luxembourg: Publ. Off. of the Europ. Union, 2011).
- 98 Ibid.
- 99 Ibid.
- 100 Ibid.
- 101 Lucht- en Ruimtevaart Nederland, 'Visie Luchtvaart 2020: van Goed naar Top(sector)', 2011, 6, [http://www.luchtenruimtevaart.nl/fileadmin/user\\_upload/Documenten/PDF/visie\\_luchtvaart\\_2020.pdf](http://www.luchtenruimtevaart.nl/fileadmin/user_upload/Documenten/PDF/visie_luchtvaart_2020.pdf).
- 102 Ibid., p. 1.
- 103 Ibid.
- 104 Ibid., p. 2.
- 105 Ibid., p. 25.
- 106 Lucht- en Ruimtevaart Nederland, 'ROADMAP AERONAUTICS MANUFACTURING AND MAINTENANCE 2013 – 2020 Topsector HTSM', 6, geraadpleegd 14 januari 2016, <http://www.rvo.nl/sites/default/files/Roadmap%208%20Aeronautics%20Topsector%20HTSM%202013.pdf>.

- 107 Lucht- en Ruimtevaart Nederland, 'Visie Luchtvaart 2020: van Goed naar Top(sectoer)', p. 22.
- 108 Ibid.
- 109 NLR, 'NLR Onderzoeksprogramma 2016 -2019', oktober 2015, 7, <http://www.nlr.nl/NL/downloads/nlr-onderzoeksprogramma-2016-2019.pdf>.
- 110 Ibid., p. 10.
- 111 Ibid., p. 26–27.
- 112 Ron Martin en Peter Sunley, 'Deconstructing Clusters: Chaotic Concept of Policy Panacea', 21 november 2001, <http://core.ac.uk/download/pdf/7151243.pdf>.
- 113 Mieke Lustenhouwer, 'Clusters beschouwd; in's en out's van het clusterbegrip', *Telos*, geraadpleegd 3 juli 2015, <http://www.telos.nl/Publicaties/PublicatiesBoeken/148597.aspx?t=Clusters+beschouwd%3B+in%27s+en+out%27s+van+het+clusterbegrip>.
- 114 John Dagevos en Zsuzanna Tomor, 'Clusters beschouwd: In's en out's van het clusterbegrip' (Tilburg: Telos, 2011), <http://www.telos.nl/Telos/Medewerkers/MDagevos/148597.aspx?t=Clusters%20beschouwd;%20in%27s%20en%20out%27s%20van%20het%20clusterbegrip>.
- 115 Michael E. Porter, 'Clusters and the New Economics of Competition', *Harvard Business Review*, 1998, <https://hbr.org/1998/11/clusters-and-the-new-economics-of-competition>.
- 116 Dagevos en Tomor, 'Clusters beschouwd: In's en out's van het clusterbegrip'.
- 117 Ibid.
- 118 Sophie Roborgh en Anika Snel, 'Internationale clusters in vergelijkend perspectief - best practices voor de opzet van The Hague Security Delta' (The Hague Centre for Strategic Studies (HCSS), The Hague, december 2012), <http://www.slideshare.net/AnikaSnel/internationale-clusters-in-vergelijkend-perpsectief>, 2012.
- 119 Dagevos en Tomor, 'Clusters beschouwd: In's en out's van het clusterbegrip'.
- 120 Triple Helix Research Group, 'The Triple Helix concept', *Stanford*, geraadpleegd 6 juli 2015, [http://triplehelix.stanford.edu/3helix\\_concept](http://triplehelix.stanford.edu/3helix_concept).
- 121 Ministerie van Defensie en Ministerie van Economische Zaken, 'Defensie Industrie Strategie 2013'., p. 4
- 122 Dagevos en Tomor, 'Clusters beschouwd: In's en out's van het clusterbegrip'.
- 123 Michael J. Enright, 'Regional Clusters: What We Know and What We Should Know', in *Innovation Clusters and Interregional Competition*, bewerkt door Professor Dr Johannes Bröcker, Dr Dirk Dohse, en Professor Dr Rüdiger Soltwedel, *Advances in Spatial Science* (Springer Berlin Heidelberg, 2003), 99–129, [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-24760-9\\_6](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-24760-9_6).
- 124 OECD, 'What Indicators for Cluster Policies in the 21st Century?', (Paris, 2016) geraadpleegd 3 juli 2015, <http://www.oecd.org/sti/inno/37443546.pdf>.
- 125 Committee of the Regions, *Clusters and Clustering Policy: A Guide for Regional and Local Policy Makers* (Brussels: EC, 2010), <http://cor.europa.eu/en/Archived/Documents/59e772fa-4526-45c1-b679-1da3bae37f72.pdf>.
- 126 Ibid.
- 127 Sophie Roborgh en Anika Snel, 'Internationale clusters in vergelijkend perspectief - best practices voor de opzet van The Hague Security Delta'.
- 128 Ibid.

- 129 Ministerie van Defensie en Ministerie van Economische Zaken, 'Defensie Industrie Strategie 2013', p. 18
- 130 'Entrepreneurial Ecosystems: Fixing the Triple Helix | The European Business Review,' geraadpleegd 3 mei, 2016, <http://www.europeanbusinessreview.com/?p=8376>.
- 131 'Business Ecosystem Definition from Financial Times Lexicon,' geraadpleegd 3 mei, 2016, <http://lexicon.ft.com/Term?term=business-ecosystem>.
- 132 'Schematic Overview to Understand the Complexity of the Innovation Ecosystem (Infographic) | Open Innovation – Platform for Innovation Professionals,' geraadpleegd 3 mei, 2016, <http://www.openinnovation.eu/27-07-2015/schematic-overview-to-understand-the-complexity-of-the-innovation-ecosystem-infographic/>.
- 133 'Ontario Aerospace Cluster Evolves 'Innovation Ecosystem' Approach - Area Development,' accessed May 3, 2016, <http://www.areadevelopment.com/Aerospace/Q2-2014/Ontario-aerospace-cluster-innovation-ecosystem-228155.shtml>.
- 134 Binnen het NIFARP is het deel van Fokker dat in 1996 door Stork is overgenomen de grootse speler. Dat deel presenteert zich inmiddels weer als 'Fokker Technologies Holding BV'.
- 135 Lucht- en Ruimtevaart Nederland, 'Aerospace Cluster geeft richting aan innovatie binnen Luchtmacht', geraadpleegd 23 december 2015, <http://www.luchtenruimtevaart.nl/actueel/nieuws-overzicht/nieuwsbericht/aerospace-cluster-geeft-richting-aan-innovatie-binnen-luchtmacht.html>.
- 136 European Commission, 'Risk Management in the Procurement of Innovation - Concepts and Empirical Evidence in the European Union,' 2014, [http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download\\_en/risk\\_management.pdf](http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download_en/risk_management.pdf). En Nicholas Stern et al., 'Innovation, Risk and Government: Perspectives and Principles from the Social Sciences,' 2014, <http://eprints.lse.ac.uk/64539/>.
- 137 De waarde van een complete lucht en ruimtevaart keten is o.a. aangetoond tijdens het onderzoek naar de ramp met de MH-17. Op basis van (nationaal) onderzoek van het NLR en TNO kon de toedracht worden achterhaald.
- 138 Tot ver in de vorige eeuw hanteerde het Ministerie van Defensie de zogenaamde 2-1-1 verdeling waarbij de Koninklijke Landmacht de helft en de Koninklijke Marine en Koninklijke Luchtmacht ieder een kwart van het totaal beschikbare budget kreeg.
- 139 <http://www.militairespectator.nl/sites/default/files/uitgaven/inhoudsopgave/MS%2011-2007%20Louwerse%20Vernelde%20verwerving%20binnen%20Defensie.pdf>
- 140 Ibid.
- 141 Uit artikel 296 van het EG-verdrag (nu 346 VWEU): '... elke lidstaat kan de maatregelen nemen die hij noodzakelijk acht voor de bescherming van de wezenlijke belangen van zijn veiligheid en die betrekking hebben op de productie van of de handel in wapens, munitie en oorlogsmateriaal; die maatregelen mogen de mededingingsverhoudingen op de gemeenschappelijke markt niet wijzigen voor producten die niet bestemd zijn voor specifiek militaire doelen.' Voor diensten of producten van militaire aard, die wel op de lijst van 1958 voorkomen, waarbij de essentiële nationale veiligheid in het geding is, kan art. 346 VWEU worden ingeroepen, als de concurrentieverhoudingen daardoor niet worden verstoord. Dan hoeft richtlijn 81/de ADV niet te worden gevolgd. Vooral grotere lidstaten lijken deze bepaling in te roepen.
- 142 European Commission, 'A New Deal for European Defence,' June 24, 2014, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0387&from=EN>.
- 143 NAVO, 'Framework for NATO Industry Engagement,' 2013, [https://diweb.hq.nato.int/indrel/Shared%20Documents/FNIE\\_Brochure.pdf](https://diweb.hq.nato.int/indrel/Shared%20Documents/FNIE_Brochure.pdf).

- 144 Hoewel Nederland geen volledige vliegtuigen bouwt, is er wel industrie op het vlak van ontwerp en bouw van staartsecties, vleugeldozen, beweegbare vleugeldelen, landingsgestellen en de daarvoor toe te passen lichte en sterke materialen, als Glare (*fibre metal laminates*) en thermoplastische composieten met de daarbij behorende oppervlaktebehandelingen en reparatietechnieken
- 145 Hier betreft het ontwerpen en bouwen van RPAS of onderdelen daarvan. Zie ook beschreven in 'A blessing in the skies? Challenges and opportunities in creating space for UAVs in the Netherlands - Reports - HCSS Centre for Strategic Studies', geraadpleegd 14 maart 2016, <http://www.hcss.nl/reports/a-blessing-in-the-skies-challenges-and-opportunities-in-creating-space-for-uavs-in-the-netherlands/158/>.
- 146 Hierbij kan worden gedacht aan bedrijven op het gebied van ontwerp en bouw van vliegtuigkabelbomen (Fokker ELMO) en vliegtuiginterieurs (Zodiac Driessen).
- 147 Hiermee worden alle instrumenten bedoeld waarmee waarnemingen en metingen worden gedaan van objecten op of onder het aardoppervlak. Zie ook beschreven in 'Aardobservatie op de kaart - Reports - HCSS Centre for Strategic Studies', geraadpleegd 14 maart 2016, <http://www.hcss.nl/reports/aardobservatie-op-de-kaart/199/>.
- 148 Hiermee wordt bedoeld totaalonderhoud (*maintenance, repair and overhaul* of MRO) van vliegtuigen, vliegtuigcomponenten en motoren, ontwikkeling van nieuwe onderhoudsconcepten als composietenreparatie, oppervlaktebehandeling en voorspelbaar onderhoud (*prognostic health monitoring*), alsmede training om nieuwe onderdelen/materialen te testen.
- 149 Dit betreft de gehele sector die zich bezig houdt met opslag en verwerking van data uit sensoren, en deze transformeert tot bruikbare informatie voor de doeleinden van Defensie of andere eindgebruikers binnen de veiligheidssector.
- 150 Hiermee worden bedoeld nieuwe materialen (*self-healing composites*) en integratie en certificatie van systemen in nieuwe vliegtuigontwerpen.
- 151 OECD, 'The Space Economy at a Glance 2014', p. 17.
- 152 'Commissie Defensie Materieel Ontwikkeling (CODEMO) | Ministerie van Defensie | Rijksoverheid.nl', geraadpleegd 6 april 2016, <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-defensie/inhoud/contact/zakendoen-met-defensie/codemo>.
- 153 'Defensie Industrie Strategie; Lijst van vragen en antwoorden; Lijst van vragen en antwoorden over de Defensie Industrie Strategie', geraadpleegd 6 april 2016, <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-31125-24.html>.
- 154 Mariana Mazzucato, *The Entrepreneurial State*, 2011, p. 19.
- 155 *Ibid.*, p. 20.
- 156 O.a. met het Hoofd Kernstaf Commando Luchtstrijdkrachten, kolonel Robert Adang.
- 157 Klankbordgroepbijeenkomsten van 12 februari en 17 maart 2016.



*The Hague* Centre for Strategic Studies

Lange Voorhout 16  
2514 EE The Hague  
The Netherlands

info@hcss.nl  
HCSS.NL