



Dedicated to innovation in aerospace

NLR Strategieplan 2018-2021



NLR - Netherlands Aerospace Centre

Inhoud

Samenvatting	5
1 Omgevingsanalyse	9
Algemene trends	9
Trends per marktsegment	12
2 Positionering en Business Model	15
Missie: Aerospace Innovators	15
Visie: NLR als verbindende schakel	15
NLR Business Model	15
3 Strategie per marktsegment	19
Defensie Veiligheid Overheid	19
Luchtvaartindustrie	22
Civiele Luchtvaart	25
Ruimtevaart	29
4 Strategie voor kennis en technologie	31
Sustainable Aerospace	31
Safe & Seamless Mobility	32
Protection & Intervention	34
Information Supremacy	34
Research infrastructuur	34
5 NLR organisatie	37
Lerende organisatie	37
Lijst van afkortingen	38
Colofon	39



Samenvatting

De lucht- en ruimtevaartsector is een internationale, groeiende sector waar tal van maatschappelijke, geopolitieke en economische factoren een rol spelen en technologische ontwikkelingen onverminderd snel gaan. Als kennisorganisatie volgt NLR deze trends en ontwikkelingen, vertaalt deze naar concrete vragen vanuit de markt waar vervolgens praktische oplossingen voor ontwikkeld worden.

Vragen uit de markt

DEFENSIE: VAN PLATFORM-CENTRIC NAAR INFORMATION-CENTRIC

Information supremacy wordt steeds belangrijker. Daarbij hoort de ontwikkeling van platform-centric naar information-centric. Het snel en betrouwbaar integreren van informatie vanuit vele bronnen (onderhoud, missie-informatie) door middel van big data analyses wordt één van de kritieke factoren om de inzetbaarheid van de platformen en de effectiviteit van de missies te verbeteren.

Defensie is volop in verandering om in die datarijke, genetwerkte omgeving effectief en veilig te kunnen opereren in de verschillende missiegebieden.

De drie hoofdthema's van Defensie zijn samengevat als volgt:

1. vergroot de operationele inzetbaarheid van de platformen door verbeteren van onderhoudsprogramma's;
2. train *aircrews* d.m.v. simulatoren zodat zij hun missies effectief kunnen uitvoeren;
3. vergroot de effectiviteit van huidige en toekomstige missies door informatievoorsprong.

INDUSTRIE: KOSTEN VERLAGEN

De luchtvaartindustrie, zowel civiel als defensie, is zeer competitief. Verlagen van de productkosten over de hele levenscyclus is en blijft het dominante thema voor de industrie.

De belangrijkste manieren om kosten te reduceren voor de industrie zijn:

1. verlagen van de kosten voor ontwerp, certificering, test en onderhoud;
2. gebruik van nieuwe materialen en
3. automatisering van het productieproces.

Bij bovengenoemde manieren van kostenreductie wordt het steeds belangrijker om zo vroeg mogelijk rekening te houden met 'end-of-life' vraagstukken en hergebruik van onderdelen en materialen. Door de hevige concurrentie is snelheid in de hele ontwikkelketen en versnelling van het productieproces van groot belang.

CIVIELE LUCHTVAART: VEILIGHEID, VERGROTEN EFFICIËNTIE, DUURZAAMHEID, CAPACITEIT EN SEAMLESS MOBILITY

Het dominante thema voor de civiele luchtvaart is de voortzettende groei van het aantal vliegbewegingen in goede banen te leiden, zowel van bemande als onbemande toestellen. Samengevat zijn er twee tegenstelde krachten: het veilig vergroten van de capaciteit en het behoud én verbetering van duurzaamheid. Hierbij gaat het om veiligheid in de lucht én op de grond, die tot stand komt door integrale samenwerking tussen verschillende partijen. Vanuit duurzaamheid is de noodzaak om de impact van (milieu) overlast (geluidshinder, emissieproblemen en congestie) in de omgeving van de luchthavens zo laag mogelijk te houden. De operationele keuzes op een luchthaven zullen niet alleen een afweging tussen geluid en capaciteit zijn, de lokale luchtkwaliteit

zal ook meer meegewogen gaan worden. Daarnaast is er vanuit de markt een focus op kostenreductie, passagierscomfort en seamless mobility.

RUIMTEVAART: VEILIGHEID, GOEDKOPER EN ONAFHANKELIJK

De vragen voor de toekomst richten zich op:

1. ontwikkeling van innovatieve satelliettoepassingen ter ondersteuning van de nationale veiligheid en mobiliteit
2. het sneller en zo goedkoop mogelijk beschikbaar maken van satellietdata
3. reductie van de kwetsbaarheid van satellieten en van de aardse infrastructuur
4. frequentere en specifieke lanceermogelijkheden voor kleine satellieten (*cube sats*) en het goedkoper maken van ruimtevaartuigen en lanceerinstallaties (*launchers*)
5. het onafhankelijker worden van de landen buiten Europa.

Strategische keuzes

De door NLR gemaakte strategische keuzes die in dit plan worden beschreven zijn gebaseerd op de ontwikkelingen en daaruit voortkomende vragen vanuit de markt. Deze keuzes vormen tevens de basis voor het realiseren van de ambities van NLR voor de strategieperiode 2018-2021.

STRATEGIE VOOR KLANTEN EN STAKEHOLDERS

NLR is de onafhankelijke kennisorganisatie in Nederland op het gebied van lucht- en ruimtevaart en voert excellent toegepast onderzoek uit ten behoeve van haar stakeholders. De combinatie met de research infrastructuur maakt NLR uniek. NLR bedient nationaal én internationaal een breed spectrum aan klantgroepen: industrie én operators; defensie én civiele luchtvaart; ruimtevaart. De vraagstukken zijn zeer divers en gaan zowel breed als diep (veiligheid, duurzaamheid, concurrentievermogen). Strategische samenwerkingsverbanden zowel met bedrijfsleven, universiteiten, andere TO2-instituten als internationale onderzoeksorganisaties, zijn hierin cruciaal. Niet alleen de bestaande samenwerkingsverbanden zijn van belang, NLR zoekt ook naar nieuwe samenwerkingsverbanden met innovatieve vernieuwende organisaties en bedrijven. Met andere (onderzoeks)instituten wil NLR open innovatieplatformen opzetten.

NLR kiest hier voor de volgende strategie op hoofdlijnen, die in het hoofdstuk 3 - Strategie per marktsegment - uitgebreid worden beschreven:

- a. Vergroting van de concurrentiekracht en innovatief vermogen van de industrie.
- b. Bredere en diepere verankering bij het ministerie van Defensie.
- c. Onderhoudsvraagstukken (MRO) bij operators, OEM's en toeleveranciers.
- d. Reduceren van direct operating costs voor Defensie, operators en industrie.
- e. Versterking van dienstverlening op gebied training en simulatie bij Defensie, operators en industrie.
- f. Ondersteunen bij capaciteit-, veiligheids- en duurzaamheidsvraagstukken bij *Air Navigation Service Providers* (ANSP's), *airlines* en luchthavens.
- g. Kosteneffectieve en onafhankelijke toegankelijkheid van de ruimte zowel civiel als militair.
- h. Integratie van civiele en militaire drone operaties in het gedeelde luchtruim.

STRATEGIE VOOR KENNIS EN TECHNOLOGIE-ONTWIKKELING

NLR ontvangt een Rijksbijdrage van de Nederlandse overheid voor het opbouwen en uitbreiden van zowel een strategische kennisbasis als ten behoeve van research infrastructuur. Op basis van de vragen uit de markt en van de stakeholders van NLR wordt de kennisopbouw geclusterd in vier strategische thema's voor kennis- en technologieontwikkeling:

- a. *Sustainable Aerospace* – minimaliseren van de impact op het milieu en de omgeving.
- b. *Safe & Seamless Mobility* – ontwikkeling van betrouwbare, veilige en duurzame mobiliteit.
- c. *Protection & Intervention* – bescherming en effectieve interventie tegen opkomende dreigingen.
- d. *Information Supremacy* – verdere ontwikkeling van data-analyse en het delen van informatie.

Deze vier thema's dienen als uitgangspunt voor de onderzoeksagenda van NLR voor de komende jaren. Om de thema's te implementeren wordt focus aangebracht in het onderzoeksprogramma op maatschappelijke onderwerpen en zal meer aandacht worden besteed aan laag TRL (2-4) onderzoek. Binnen de thema's komt NLR na overleg met de externe adviescommissies, tot twaalf

speerpunten die de komende vier jaar leidend zijn voor de kennisopbouw. Deze speerpunten worden in hoofdstuk 4 beschreven.

RESEARCH INFRASTRUCTUUR

NLR onderscheidt zich vanwege zijn mogelijkheden om de haalbaarheid van nieuwe technologieën in een representatieve experimentele omgeving te kunnen toetsen of valideren. Deze strategische research infrastructuur is uniek in Nederland.

Het is de taak van NLR om deze infrastructuur zo toegankelijk mogelijk te maken en te houden voor Nederlandse stakeholders.

De strategie voor de komende jaren bevat de volgende twee concrete pijlers:

1. Het opzetten van thematische faciliteiten-clusters. Klanten vragen om een integrale oplossing, bijvoorbeeld op het gebied van MRO en missie-informatie. NLR gaat de komende jaren focus aanbrengen door bestaande faciliteiten te clusteren naar thema's die naadloos aansluiten bij de vragen uit de markt.
2. Nieuwe business modellen en tarifiering voor laagdrempelige openstelling voor externe partijen (met name mkb's).



Wereldwijde
sterke groei
luchtvaartverkeer



1. Omgevingsanalyse

Technologische ontwikkelingen gaan onverminderd snel en (internationale) krachtenvelden veranderen. Sommige vormen de komende jaren bedreigingen óf kansen. Dit hoofdstuk beschrijft de veranderende wereld en de impact die dit heeft op de markt voor lucht- en ruimtevaart. In de volgende hoofdstukken wordt vervolgens ingegaan op de door NLR gemaakte strategische keuzes gebaseerd op deze trends.

1.1 Algemene trends

WERELDWIJD - VEILIGHEID ALS THEMA NEEMT TOE

De wereld is de afgelopen jaren sterk gepolariseerd. Geopolitiek staat hoog op de internationale agenda. Veiligheid als thema is actueel en belangrijk. Dit geldt voor zowel de fysieke veiligheid als de informatieveiligheid. Terroristische aanslagen en populisme vergroten het wantrouwen tussen landen en regio's, maar ook tussen bevolkingsgroepen. Europa zal hogere budgetten voor de NAVO beschikbaar moeten stellen, anders doet de NAVO wellicht niet langer dienst als betrouwbare hoeksteen van Europa's defensie. Cybercriminaliteit neemt in omvang en belang toe. Aangezien vrijwel alle vliegtuigen ook in de vlucht *connected* zijn, is er een toenemend gevaar dat informatie wordt 'afgetapt' dan wel dat door middel van deze connectie de (correcte) werking van het vliegtuig negatief kan worden beïnvloed. Ook communicatie- en navigatiesatellieten zijn hiervoor kwetsbaar.

WERELDWIJD - STERKE EN DOORZETTENDE GROEI LUCHTVAARTVERKEER

De internationale mobiliteit neemt sterk toe. Door meer concurrentie op de markt, prijsvechters onder luchtvaartmaatschappijen, sterk gedaalde olieprijs en een toenemende welvaart wordt vliegen voor meer mensen bereikbaar. Verwachting is een verdubbeling van het aantal vliegbewegingen in de komende twintig jaar als gevolg. Het is een uitdaging om het groeiend aantal vliegbewegingen zowel in de lucht als op de grond in goede banen te leiden. De capaciteitsknelpunten (verkeersoverlast) op en rond luchthavens vragen om een oplossing. Binnen het *Air Traffic Management* (ATM) domein zal

de mogelijkheid voor capaciteitstoename vooral afhankelijk zijn van de kwaliteit van de verkeersvoorspellingen (predictie). Verdere automatisering blijft doorgaan, zoals bijvoorbeeld op het gebied van *ATM*, *self separation*, *Airport Collaborative Decision Making*. Anderzijds zorgt die groei van het vliegverkeer voor toename in milieu- en duurzaamheidsvraagstukken. In het verlengde van het Klimaatakkoord van Parijs zal de luchtvaartsector steeds meer genooddaakt worden om innovatieve technologische oplossingen te vinden om de uitstoot van broeikasgassen sterk terug te dringen. Volgens voorspellingen van Boeing en Airbus worden er voor 2034 circa 32.000 nieuwe vliegtuigen gebouwd. Om dit te realiseren worden productieprocessen, productieautomatisering en nieuwe productietechnologieën geïnnoveerd.

WERELDWIJD - ALLES IS DATA

De maatschappij digitaliseert. Steeds meer systemen en apparaten zijn aangesloten op het internet (*the-internet-of-things*) en dat genereert enorme hoeveelheden data. Het analyseren van deze data met *advanced analytics tools* levert grote kansen op om strategisch voordeel mee te doen. Drones krijgen steeds meer toepassingen, bijvoorbeeld als surveillance, pakket-service, onderhoudsinspecties, inspecties van gewassen en voor beveiligingsdoel-einden. Er is sprake van een toenemende (technologische) autonomie dat impact heeft op certificatieprocessen, veiligheidsvraagstukken, de rol van de mens in het proces en op opleidingen en trainingen. De techniek van *augmented* en *virtual reality* brengt nieuwe mogelijkheden voor o.a. ontwikkeling en training met zich mee. Nieuwe productietechnieken, zoals 3D-printen en geavanceerde robottechnologie, bieden perspectief op geheel

nieuwe mogelijkheden voor de bouw (en reparatie) van vliegtuigonderdelen. *Big Data* en *Artificial Intelligence* technieken als *machine learning* / *deep learning* worden ingezet voor het halen van informatie uit sensordata, waaronder aardobservatiedata uit de ruimte.

EUROPA – MEER REGIE IN RUIMTEVAART EN DEFENSIE

Industriële en wetenschappelijke excellentie wordt binnen het Europese kaderprogramma Horizon 2020 gekoppeld aan het oplossen van maatschappelijke uitdagingen. De Europese Unie (EU) zet vooruitlopend op het nieuwe investeringsprogramma (start in 2021) vol in op innovatie door het financieren van o.a. fundamenteel onderzoek.

Voor de toekomst van de luchtvaart speelt de visie van de toekomst voor de luchtvaart die de *Advisory Council for Aviation Research and Innovation* (ACARE) in Europe heeft geformuleerd een grote rol. Specifiek voor wat betreft luchtvaart (*Aeronautics*) zet de Europese Commissie (EC) verder in op de implementatie van één Europees luchtruim met schonere en zuinigere vliegtuigen. EASA zal zich de komende jaren verder richten op cybersecurity en de veiligheidsvraagstukken van onbemande vliegtuigen.

De EC gaat meer regie nemen om te komen tot een gemeenschappelijk defensie- en veiligheidsbeleid. Investerings in defensiegerichte onderzoeksprogramma's zijn cruciaal. Daarom komt het Europese Defensie Agentschap (EDA) met een specifiek gezamenlijk onderzoeksprogramma in kader van de *Common Security and Defence Policy* (CSDP) dat vanaf 2021 van start gaat. Dit wordt voorafgegaan door een pilot (1,4 miljoen euro in 2016) en een *Preparatory Action* (PA). Er ligt een sterke focus op autonome en onbemande surveillance capaciteit.

Afgelopen jaar heeft de EC, die ruimtevaart als een sleuteltechnologie definieert, een nieuwe Europese ruimtevaartstrategie uitgebracht, waarin de volgende vier strategische doelen zijn geformuleerd: 1) betere benutting van de bestaande ruimte-infrastructuur en van satellietdata; 2) het stimuleren van een concurrentiekrachtige en innovatieve ruimtevaartsector; 3) een onafhankelijke Europese toegang tot de ruimte en 4) het versterken van de rol van Europa als mondiale speler in de ruimtevaart.

De EC en ESA streven naar een *Space 4.0 for a United Space in Europe* om samenwerking te versterken en zo de Europese positie in ruimtevaart te behouden.

In 2030 moet iedere Europese burgers profiteren van de oplossingen die ruimtevaart biedt voor maatschappelijk relevante thema's zoals klimaat en veiligheid. Doel is om ruimtevaart een belangrijke rol te laten spelen in de Europese defensie- en veiligheidsstrategie. Zo werkt de Europese Commissie samen met het Europese Defensie Agentschap (EDA) en ESA aan het zogenaamde GOVSATCOM-initiatief (*Governmental Satellite Communications*). Europese projecten zoals Copernicus en Galileo blijven belangrijk, zij maken Europa onafhankelijker van landen buiten Europa. Het belang van ruimtevaart blijkt uit het voornemen van de Commissie om in het volgende kaderprogramma *space-research* te stimuleren door het opzetten van een *Joint Technology Initiative*.

NEDERLAND - ACHTERBLIJVENDE INVESTERING IN KENNISONTWIKKELING

In Europa wordt weer meer geïnvesteerd in kennisopbouw, middels het EU kaderprogramma maar ook door middel van grote nationale programma's. In Nederland zijn deze investeringen de laatste jaren juist verminderd.

Richtinggevend voor de kennisontwikkeling van NLR zijn de Roadmaps 'Aeronautics Manufacturing and Maintenance', 'Smart Industry' en 'Space' binnen de topsector HTSM, de maatschappelijke uitdagingen, de sleuteltechnologieën en de beleidsagenda's van de ministeries van Infrastructuur & Milieu (I&M) en Defensie waaronder de Strategische Kennis en Innovatie Agenda (SKIA). Tevens wordt er aansluiting gezocht bij de Nationale Wetenschapsagenda.

De ambitie van het ministerie van I&M is om Nederland in 2030 als het 'knooppunt van excellente verbindingen door de lucht, over de weg, het spoor, water en internet' op de kaart te zetten. De samenwerking tussen de overheid, onderzoeksinstituten en het bedrijfsleven om hier invulling aan te geven is cruciaal. De regionale overheden spelen hierbij een belangrijke rol. De provincie Noord-Brabant (Aviolanda Woensdrecht) wil het centrum in Nederland (en gedeeltelijk in Europa) worden voor F-35 (motoren) onderhoud. Daarnaast zetten provincies Overijssel, Noord- en Zuid-Holland en Flevoland stevig in op vernieuwingen in de luchtvaart.

Vastgesteld kan worden dat Nederland, ondanks de genoemde ontwikkelingen, achterblijft bij Europese investeringen in kennisontwikkeling.



Militaire aerospace
systemen moeten
bestand zijn tegen
cyberaanvallen



1.2 Trends per marktsegment

DEFENSIE VEILIGHEID OVERHEID- VAN PLATFORM CENTRIC NAAR INFORMATION CENTRIC

Heel veel (en diverse) systemen genereren een constante stroom van ruwe data. Defensie kan hier strategisch voordeel uit halen als deze ruwe data snel, tijdig en accuraat tot bruikbare (strategische) missie-informatie wordt omgevormd. Het domein van *cyber* als integraal onderdeel van het militaire optreden (defensief, offensief en inlichtingen) is intussen gegroeid tot het vijfde domein voor militair optreden. Defensie wordt steeds meer een informatie gedreven organisatie: van platform centric naar information centric. Dit betekent dat 1) er meer behoefte ontstaat aan voorspellende (*predictive*) modellen en op maat gesneden informatie en diensten gericht op missie-informatie zodat de levenscyclus van vliegtuigen en operationele inzetbaarheid worden vergroot, en 2) de (nieuwe) vraag naar hooggekwalificeerde kennis van cybersecurity, ICT-security sterk zal stijgen. Ruimtevaart speelt bij de verzameling en verwerking van missie-informatie een groeiende rol. Dreigingssystemen worden steeds complexer en zijn sterk geprolifereerd. Voor Defensie ontstaan er steeds meer gebieden op de wereld waarvan de toegankelijkheid niet meer vanzelfsprekend is.

Door het geringe aantal platformen en de toenemende druk op het milieu en de kosten neemt het belang van simulatie als vervanger voor fysieke training toe. De trainingen met behulp van simulatie en virtual reality, bieden extra mogelijkheden voor het trainen van complexe en risicovolle missies.

Regelgeving in het Defensie luchtvaartdomein ontwikkelt zich steeds meer in de richting van de civiele regelgeving.

CIVIELE LUCHTVAART – CAPACITEITSVRAAGSTUKKEN, PASSAGIER CENTRAAL EN FOCUS OP VERLAGING DOC

Door de sterke groei in het internationaal vliegverkeer, ontstaan er capaciteits-, milieu- en duurzaamheidsvraagstukken. Europa werkt daarom aan een gezamenlijk luchtruim: *Single European Sky* (SES). De doelstelling van *Single European Sky* is om een optimaal gebruik van het Europese luchtruim mogelijk te maken, waarmee kostenefficiëntie, capaciteitsvergroting, veiligheidsverhoging nagestreefd wordt. Het *Single European Sky ATM Research Programme* (SESAR) is gericht op de ontwikkeling en invoering van nieuwe technologieën voor de realisatie van deze doelstelling. Oplossingen voor nieuwe luchtruimindelingen, concepten en procedures zijn nodig, zeker met de toetreding van drones tot het luchtruim. Een van de problemen is de *integrity* van de data-uitwisseling (datalink) tussen de drone en de luchtverkeersleiding om uiteindelijk ook voor drones tot 4D-navigatie te komen. Op het gebied van veiligheid en milieu zijn impactstudies voor veiligheid, geluid en luchtkwaliteit bij luchthavens van groot belang.

Een andere trend is dat de passagier bij zowel luchtvaartmaatschappijen als luchthavens centraal komt te staan. Het gaat hierbij om innovaties voor optimaal passagierscomfort, een soepele en snelle reis in en rondom de luchthavens van 'deur tot deur'. De focus bij luchtvaartmaatschappijen blijft op kostenbesparingen en efficiëntie op korte termijn. Voor

SESAR

EUROPA WERKT AAN EEN GEZAMELIJK LUCHTRUIM

Binnen Europa heeft ieder land zijn eigen luchtruim, luchtverkeersleiding en militaire oefengebieden. Vliegtuigen zijn daardoor veelal niet in staat de meest optimale routes te vliegen en de kosten voor verkeersleiding zijn hoog. Europa werkt daarom aan een gezamenlijk luchtruim: *Single European Sky* (SES). De doelstelling van *Single European Sky* is om een optimaal gebruik van het Europese luchtruim mogelijk te maken en te voorzien in de behoeften van de verschillende luchtruimgebruikers. *Single European Sky* beoogt de structuur van de Europese luchtverkeersdienstverlening te hervormen om daarmee de dienstverlening kostenefficiënter te maken, de veiligheid in en capaciteit van het Europese luchtruim te vergroten en het vliegverkeer milieuvriendelijker te maken. Het SESAR programma (*Single European Sky ATM Research Programme*) is gericht op de ontwikkeling en invoering van nieuwe technologieën voor de realisatie van deze doelstelling.

innovaties voor duurzaamheid op lange termijn wordt gekeken naar de wetenschap, internationale overheden, de Europese Commissie en natuurlijk organisaties voor toegepast onderzoek om het voortouw te nemen.

LUCHTVAARTINDUSTRIE – KOSTENREDUCTIE EN EFFICIENCY

In de vliegtuigindustrie blijven de hoofdthema's: kostenreductie, productieautomatisering en duurzaamheid (gewicht en brandstofbesparing). De *Commercial Of The Shelf* (COTS) life cycle versnelt, waardoor veroudering van onderdelen en (sub) systemen sneller optreedt. De leveranciers van vliegtuigonderdelen zijn gericht op nieuwe toepassingsmogelijkheden, lichtere constructies en duurzame technieken, waaronder *more electric aircraft* en hergebruik van thermoplasten. De Tier 1 leveranciers worden steeds meer betrokken bij risicodragende projecten. Hierdoor worden risicodragende samenwerkingsverbanden en ondernemerschap steeds belangrijker.

Een andere belangrijke trend is dat er vanuit Airbus en Boeing geen nieuwe grote vliegtuigontwikkelingsprogramma's gestart worden. Beide concerns zetten voornamelijk in op *incremental improvement*-projecten van de huidige vliegtuigen. Verder betrekken Airbus en Boeing minder *first tier*-partners bij de ontwikkeling en financiering van nieuwe vliegtuigprogramma's. Zo wordt voor zowel de Airbus A350 als de Boeing 777X een significant groter gedeelte van het vliegtuig binnen de bedrijven zelf ontworpen en gefinancierd dan bij de Airbus A380 en de Boeing 787 het geval was.

RUIMTEVAART – EUROPESE KOERS EN EIGEN REGIE

De mondiale trend is gericht op constellaties, meerdere kleinere satellieten in grotere verbanden. Vooral vanuit telecom is er een sterke drive, o.a. naar internet vanuit de ruimte. Europa werkt aan kleinere en goedkopere satellieten en onafhankelijke lanceermogelijkheden. Complementair daaraan zet de Nederlandse overheid in haar Nota Ruimtevaartbeleid 2016 in op verdere professionalisering van downstream-bedrijven en op stimulering van het gebruik van geo-informatie, inclusief satellietdata. Big Data technieken en Artificial Intelligence technieken voor verwerking en analyse van aardobservatiedata treden steeds meer op de voorgrond. Samenwerkende constellaties van satellieten bieden nieuwe mogelijkheden voor economische groei door creëren van nieuwe maatschappelijke meerwaarde. Het is de verwachting dat daarbij een deel

van de klassieke downstream activiteiten zal verplaatsen naar het on-board segment.

Het Europese Galileo navigatiesysteem wordt operationeel en biedt nieuwe mogelijkheden, zoals het *Public Regulated Signal*. In Nederland wordt het Galileo Reference Center opgericht.

Het Europese onderzoeksprogramma *Small Innovative Launcher for Europe* (SMILE) richt zich, onder leiding van het NLR, op de ontwikkeling van een innovatieve, kosteneffectieve Europese lanceerder voor kleine satellieten tot 50 kg, te lanceren vanaf de Europese lanceerbasis in Andøya, Noorwegen. Er participeren dertien bedrijven uit acht verschillende landen in het project. Naast NLR nemen drie Nederlandse mkb's deel in het project.

Kwetsbaarheid van satellieten en van aardse (energie-)infrastructuur is een ander belangrijk thema. De Nederlandse overheid hecht aan het borgen van een adequate (Europese) satelliet-infrastructuur in de ruimte en gaat daarom deelnemen in het ESA-programma voor *Space Situational Awareness* (SSA), gericht op het tijdig signaleren van potentiële bedreigingen vanuit de ruimte, zoals extreme zonneactiviteit.

Defensie ontwikkelt actief een ruimtevaartambitie en neemt daar concrete stappen in. Zo is in 2015 het *Space Security Center* bij de Luchtmacht opgericht, wat zich richt op SSA. De Luchtmacht heeft middelen vrij gemaakt om een nano-satelliet concept *demonstrator* met operationeel relevante *payloads* te ontwikkelen en te lanceren. Het *Military Use of Space* programma deel 1 is in samenwerking met Noorwegen afgerond met gezamenlijke ambitie voor ambitieus vervolg, ondersteund door meerdere operationele commando's.

Ruimtevaart in Nederland is een relatief kleine sector, maar met een grote maatschappelijke betekenis, waar zowel de kennisinstituten als NLR en SRON in de gouden driehoek samenwerken met industrie en overheid (ministerie van EZ en NSO). De maatschappelijke baten van ruimtevaart zijn groot en beïnvloeden veel sectoren positief. Tegenover de omvangrijke maatschappelijke baten staan relatief beperkte overheidsinvesteringen in de ruimtevaart. Vanaf 2012 heeft Nederland gemiddeld circa €90 miljoen per jaar geïnvesteerd in ESA-ruimtevaartprogramma's (circa 0,02% van het Nederlandse BNP). Daarmee blijft Nederland ruim achter bij andere Europese landen.



2. Positionering & Business Model

In dit hoofdstuk positioneert NLR zich ten opzichte van de externe veranderingen en beschrijft zijn business model en zijn positie als instituut voor toegepast onderzoek.

2.1 Missie:

Aerospace Innovators

NLR is de nationale kennisorganisatie op het gebied van lucht- en ruimtevaart. Vanaf de start in 1919 ligt hier de focus en het bestaansrecht. Maar in die bijna 100 jaar is er veel veranderd en dat geeft aanleiding om de missie regelmatig te bekijken en aan te scherpen aan de actualiteit van vandaag. De vernieuwde missie luidt:

NLR maakt lucht- en ruimtevaart duurzamer, veiliger, efficiënter en effectiever. De innovatieve oplossingen en praktische adviezen versterken de concurrentiekracht van het bedrijfsleven en dragen bij aan oplossingen voor maatschappelijke vraagstukken. NLR werkt op objectieve wijze, voor en mét het (inter)nationale bedrijfsleven en overheidsinstanties.

2.2 Visie:

NLR als verbindende schakel

Technologische ontwikkelingen gaan snel en de complexiteit van systemen wordt heel snel groter. Tegelijkertijd stelt de maatschappij steeds hogere eisen aan veiligheid, duurzaamheid en transparantie, in het bijzonder binnen het werkgebied van NLR. Van NLR wordt verwacht dat kennis voor integrale oplossingen beschikbaar is. Voor het naar internationale maatstaven op peil houden van de kennis, is samenwerking met zowel Nederlandse als internationale bedrijven, kennis-instellingen en de overheid onontbeerlijk. De visie luidt:

De uitdagingen in de luchtvaart zijn altijd groter dan de mogelijkheden van vandaag. Alleen het continu verbinden van een diepgaand inzicht in de klantbehoefte met toonaangevende kennis en onderzoeksfaciliteiten maakt snel innoveren mogelijk. NLR is hier de verbindende schakel tussen wetenschap, bedrijfsleven en overheid.

2.3 NLR Business Model

NLR voert excellent toegepast onderzoek uit op het gebied van lucht- en ruimtevaart. NLR ontvangt hiertoe een Rijksbijdrage van de Nederlandse overheid voor het opbouwen en uitbreiden van zowel een strategische kennisbasis als ten behoeve van research infrastructures. Deze research infrastructures zijn noodzakelijk om nieuwe concepten en kennis zoveel mogelijk onder operationele omstandigheden te kunnen beproeven en valideren. Deze combinatie van kennis en bijbehorende research infrastructuur maakt NLR uniek. NLR zoekt proactief aansluiting bij Europese onderzoeksprogramma's zoals Horizon 2020 waardoor een multiplier op de Nederlandse overheidsfinanciering ontstaat.

De opgebouwde kennis en research infrastructuur zijn van wereldniveau. Dit is vastgesteld in een (inter)nationale Kennis Impact Audit (KIA) in 2015 en in het door het ministerie van Economische Zaken (EZ) geïnitieerde, Protocol Evaluatie Methodiek Toegepast Onderzoek (EMTO) in 2016. Deze kennis en research infrastructuur zijn gericht op de toekomstige (ca. 5 jaar) kennis- en ontwikkelingsvragen van Nederlandse klanten en stakeholders en worden continu afgestemd en besproken.

NLR maakt deze kennis en research infrastructuur beschikbaar aan de Nederlandse (industriële) klanten om de concurrentiekracht en het innovatief vermogen te versterken. Door het uitvoeren van internationale opdrachten kan de benodigde kennisbasis in stand worden gehouden of zelfs worden uitgebreid. De NLR expertise levert een duidelijke bijdrage aan de Nederlandse maatschappelijke thema's zoals defensie/veiligheid en mobiliteit/transport: het ministerie van Defensie kan de missies veiliger en effectiever uitvoeren en de ministeries van Infrastructuur en Milieu en van Economische Zaken kunnen luchtvaart duurzamer ontwikkelen.

NLR ALS TO2-PARTNER

In de TO2-federatie hebben zich zes onafhankelijke toegepast onderzoeksorganisaties verenigd. NLR, ECN, MARIN, TNO, Deltares en WR hebben samen een stevige duurzame kennisbasis voor toegepast onderzoek opgebouwd op gebieden als elektronica, lucht- en ruimtevaart, scheepvaart, landbouw, voeding, natuur, water, deltatechnologie, energie, infrastructuur en informatietechnologie. Kennisontwikkeling voor het oplossen van concrete problemen is de kernactiviteit van TO2. De TO2-partners streven samenwerking in PPS-verband, met mkb, internationaal en met kennispartners na.

In het TO2-strategisch kader voor 2018-2021 worden de rollen en ambities van de TO2-organisaties in het nationale en internationale innovatie-systeem beschreven. Hiermee wordt de basis gelegd voor de inzet van de TO2-instellingen voor een duurzaam, veilig en welvarend Nederland. Dit overkoepeld kader is aanvullend op de eigen strategische plannen van de zes TO2-organisaties.

ROL ALS PARTNER VAN DE OVERHEID

NLR neemt voor de overheid onderzoek en beleidsondersteuning op het gebied van lucht- en ruimtevaart voor zijn rekening. NLR kent de behoeften van de overheid op dit domein en kan proactief bijdragen aan het vervullen van de beleidsambities van de overheid. Voor het ministerie van (EZ) betekent dit de vergroting van het innovatieve vermogen, versterking van de concurrentiepositie van de Nederlandse industrie en het creëren van nieuwe industriële kansen. Voor het ministerie van Defensie is dat verbetering van de operationele inzetbaarheid in de breedste zin van het woord. Voor het ministerie van I&M is dat optimale bereikbaarheid, mobiliteit, milieu, veiligheid en in stand houden van vitale infrastructuur.

ONDERZOEK MET KWALITEIT EN IMPACT

NLR streeft naar een zo groot mogelijk 'maatschappelijk rendement' met zijn onderzoek door het leveren van zeer hoge kwaliteit én toepasbaarheid. Dit wordt continu gemeten. De tevredenheid van de klanten van NLR is hoog met een gemiddelde score van 4,4 op een schaal van 5. Ambitie van NLR is dit tenminste te behouden en bij voorkeur te verbeteren. De vitaliteit en kwaliteit zijn positief beoordeeld in de evaluatie van EM-TO in 2016. De aandachtspunten voor NLR uit de evaluatie zijn: meer focus in het onderzoek, intensiveren samenwerking met universiteiten en investeren in een meer op open innovatie gerichte cultuur. Aan deze aspecten wordt in dit strategieplan uitdrukkelijk aandacht besteed.

SAMENWERKING ALS BASISHOUDING

NLR beseft dat het van groot belang is om samen met andere organisaties te werken aan de oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen. Het is een basishouding die hoort bij een instituut zoals NLR. Wel zal NLR in de komende strategieperiode extra inzetten op het verstevigen van de samenwerking met universiteiten (in binnen- en buitenland). Hierbij wordt ook bedoeld het uitwisselen van medewerkers tussen de instituten om innovatiekracht te bewerkstelligen. NLR zal waar mogelijk, samenwerken met andere onderzoeksinstituten zoals de overige TO2-organisaties.

DOELMATIGE BESTEDING VAN DE BUDGETTEN

NLR krijgt financiering van de overheid voor kennisopbouw en research infrastructuur. Daarom is het vanzelfsprekend dat NLR kijkt naar de interne efficiëntie om de beschikbaar gestelde budgetten zo goed mogelijk te gebruiken. Eén van de kritieke succesfactoren voor de lange termijn is het vinden van financiering voor de vernieuwing van de research infrastructuur.

Augmented Reality
voor scenario's waarbij
ruimtelijk inzicht
belangrijk is



KLM1846
TTA 12:16

SAS51P
TTA 12:17

KLM587
TTA 12:54

SWR8T
TTA 12:55

Flight	Time	Status
KLM1846	12:16	On Time
SAS51P	12:17	Delayed
KLM587	12:54	On Time
SWR8T	12:55	On Time

NLR verbetert
operationele
inzetbaarheid



3. Strategie per marktsegment

NLR is de onafhankelijke kennisorganisatie in Nederland op het gebied van lucht- en ruimtevaart. NLR bedient een breed spectrum aan klantgroepen: industrie én operators; defensie én civiele luchtvaart; ruimtevaart, nationaal én internationaal. De vraagstukken zijn zeer divers en gaan zowel breed als diep (veiligheid, duurzaamheid, concurrentievermogen). Strategische samenwerkingsverbanden zijn hierin cruciaal. Niet alleen de bestaande samenwerkingsverbanden, maar NLR zoekt ook naar nieuwe samenwerkingsverbanden met innovatieve vernieuwende organisaties en bedrijven. Vaak is er binnen het marktsegment nog sprake van een onderverdeling naar thema's. Dat is de reden dat NLR per marktsegment zijn strategie verbijzondert.

3.1 Defensie Veiligheid Overheid

VRAGEN VANUIT DEFENSIE

De drie hoofdthema's van Defensie zijn samengevat als: 1) vergroot de operationele inzetbaarheid van de platformen door verbeteren van onderhoudsprogramma's; 2) train aircrews d.m.v. simulatoren zodat zij hun missies effectief kunnen uitvoeren; 3) vergroot de effectiviteit van huidige en toekomstige missies door informatievoorsprong. Information Supremacy wordt steeds belangrijker. Daarbij hoort de ontwikkeling van platform-centric naar information-centric. Het snel en betrouwbaar integreren van informatie vanuit vele bronnen (onderhoud, missie-informatie) door middel van big data analyses wordt één van de kritieke factoren om de kwaliteit te verbeteren. De Luchtmacht is volop in verandering om in die datarijke, genetwerkte omgeving effectief en veilig te kunnen opereren in de verschillende missiegebieden: de vijfde generatie Luchtmacht. NLR zal relevante innovatieve oplossingen ontwikkelen, testen en implementeren om deze vijfde generatie Luchtmacht mogelijk te maken. De research infrastructuur van NLR maakt het mogelijk om deze innovatieve oplossingen zoveel mogelijk in een operationele omgeving te beproeven voor de daadwerkelijke implementatie.

UITBOUW CONTINUOUS AIRWORTHINESS MANAGEMENT ORGANIZATION (CAMO) ROL

De eerste pijler van NLR voor Defensie is gericht op het verbeteren van de operationele inzetbaarheid van de platformen. De strategie op het gebied van inzetbaarheid is om de CAMO-rol voor de Luchtmacht verder uit te bouwen. Daarbij ligt de focus onder andere op het ontwikkelen van prognostische onderhoudsconcepten (*predictive analytics*), *remote maintenance* (*robotics*) en reparatietechnieken met name ten behoeve van composieten. NLR zet daarnaast sterk in op incidentmeldingssystemen en het gebruiken van bestaande *Fault Tree Analyses* om beter inzicht te krijgen waar preventief onderhoud kan worden verbeterd.

Daarnaast speelt het veiligheidsaspect een belangrijke rol bij het onderhoud en de inzetbaarheid. NLR wil zijn rol als hét veiligheidsinstituut van de Luchtmacht verder uitbouwen en daarmee alle vragen op het gebied van veiligheid kunnen beantwoorden. Daarvoor is het (vaak) nodig om *embedded* te werken. Om de CAMO-rol voor de Luchtmacht verder te kunnen ondersteunen is het noodzakelijk de bestaande kennis binnen NLR verder te ontwikkelen en te integreren. Daarnaast levert het netwerk met de industrie verdere toegevoegde waarde om ontwikkelaars en gebruikers samen te brengen.



DÉ SPECIALIST OP PREDICTIVE MAINTENANCE, REPAIR EN OVERHAUL (MRO)

Doelmatigheid van onderhoud is een kritieke factor voor maximale beschikbaarheid tegen minimale kosten. Een goede MRO-strategie helpt OEM's en operators dit doel te bereiken.

Het deelgebied *maintenance engineering* richt zich op het aansturen van de onderhoudsorganisatie, bijvoorbeeld door het beheersen van middelen, denk aan de beheersing van het onderhoudsconcept, de werkstroom, planning & scheduling, en product- en procesverbeteringen. Het deelgebied *maintenance management* richt zich op het regisseren van de instandhoudingsketen, bijvoorbeeld door het beheer van middelen, denk aan het beheer van de configuratie, materialen, contracten, en personeel. Daarnaast is aandacht voor bedrijfseconomische vraagstukken, zoals vlootvervangingsvraagstukken. Het deelgebied *maintenance technology* richt zich op het verbeteren van onderhoudsmiddelen, bijvoorbeeld door automatisering, robotisering, en prognostisering. Ook *obsolescence management* past binnen dit gebied. Het deelgebied wapensysteemmanagement richt zich op de beheersing van (sub) systemen over de gehele levensduur. Vanuit dit deelgebied kunnen er initiatieven aangereikt worden aan maintenance engineering.

In de komende vier jaar investeert NLR in de verdieping van kennis op deze deelgebieden, met als doel om oplossingen te kunnen aandragen voor de MRO-markt, zoals *predictive simulation*. Dit kan bestaan uit verkoopbare kennis en technologie *demonstrators*.

DE TRAININGSCOÖRDINATOR VAN DE LUCHTMACHT

Het is de ambitie van de Luchtmacht om in 2025 minstens 50% van alle trainingen via simulatoren te doen. Deze ambitie wordt onder andere ingegeven door het feit dat simulatoren geen wissel trekken op de fysieke inzet van de vliegtuigen en dat complexere scenario's getraind kunnen worden. De NLR kennis van *human factors*, simulatie en AR/VR-technologie is groot en door de combinatie van deze 'harde' en 'zachte' aspecten kan NLR het hele spectrum overzien. De ambitie is om een leidende rol te vervullen in het opzetten, coördineren en uitvoeren van het (virtuele) trainingsprogramma en waarheidsgetrouwe omgeving simulaties van de Luchtmacht. De strategie is om de operationeel relevante trainingsomgeving (*Training & Simulation Lab*) verder uit te bouwen voor alle platformen. NLR wil bijdragen aan de *5th Generation Training* en

Simulatie roadmap. NLR gaat verder investeren in *adaptive learning* kennis, E-learning omgevingen en het omzetten van de faciliteiten van het Fighter4Ship voor de F16 (F4S) naar het F-35 platform.

HÉT EXPERTISECENTRUM VOOR INFORMATIE-GESTUURD OPTREDEN

Metten is weten. Technologische toepassingen zorgen voor enorme hoeveelheden data uit allerlei bronnen. Die ruwe data combineren, analyseren en verrijken maakt dat Defensie met deze informatie missies effectiever en veiliger kan uitvoeren. Integreer van informatie over het platform, met condities waaronder de missie wordt uitgevoerd kan cruciale inzichten opleveren voor volgende missies. De ontwikkelingen in het cyberdomein hebben invloed op bestaande en toekomstige capaciteiten in het lucht- en ruimedomein. NLR is op dit terrein actief. De

strategische koers van NLR is om dit verder uit te bouwen en hét Expertisecentrum voor de Luchtmacht op het gebied van informatiegestuurd optreden te worden. Daartoe zal NLR zich in eerste instantie richten op het ontwikkelen van kennis en diensten op gebied van big data analyse tools, *advanced analytics* en *Intelligence Surveillance & Reconnaissance* (ISR). Daarbij legt Defensie extra nadruk op het realiseren van een strategisch en operationeel relevante eigen *Spaceborne* ISR capaciteit, als mogelijk onderdeel van een internationaal georganiseerde *responsive space capability*. Het kunnen verwerken van grote hoeveelheden gegevens vergt investeringen in hardware, software en gekwalificeerde mensen. NLR zal via zijn onderzoeksprogramma's en projecten de komende jaren diepgaande kennis opbouwen, die vervolgens ingezet wordt ten behoeve van missieplanning, debrief tools en wapensysteem evaluaties voor de Luchtmacht. NLR ziet zich daarbij nadrukkelijk als 'verlengstuk' van de Luchtmacht zelf en wil daarmee feitelijk embedded raken in de

operationele ondersteuning van de missies. De nieuwe informatiecapaciteiten zijn cruciaal om zijn toegevoegde waarde te blijven bieden, naast bestaande diensten en oplossingen zoals TRM (*Threat Reference Manual*), *Weapon Engagement Simulation Tool* (WEST) die Defensie ondersteunen bij operationele en technische vraagstukken.

INTERNATIONALE OPDRACHTEN

NLR heeft, samen met Defensie, veel kennis opgebouwd en oplossingen ontwikkeld. Ook internationaal kan NLR zijn toegevoegde waarde vergroten door ondersteuning te bieden aan buitenlandse luchtmachtonderdelen die op hetzelfde platform opereren als Nederland. Denk hierbij aan België, Denemarken en Noorwegen en andere landen die passen binnen de bestaande militaire relaties (EPAF, NAVO). De strategie is om daarbij te focussen op landen die zelf geen lucht- en ruimtevaart researchinstituut hebben en daar in de komende jaren enkele nieuwe opdrachten voor uit te voeren.

ISR-AMBITIES

ISR: VOORSPRONG DOOR INFORMATIE

De essentie van ISR is betrouwbare informatie tijdig en locatieonafhankelijk beschikbaar stellen, zodat commandanten en operationele eenheden de juiste beslissingen kunnen nemen en daardoor de juiste effecten bereiken. Inlichtingen komen tot stand door gericht informatie te verzamelen en (*near-realtime*) te analyseren. Het verzamelen van informatie door sensoren gebeurt in de ISR-cyclus. ISR is een geïntegreerd deelproces, waarin inlichtingen en operations samenwerken om verzamelcapaciteiten (ISR sensoren) te synchroniseren ter directe ondersteuning van lopende operaties.

ISR-ambities

Defensie heeft zich een aantal doelen gesteld met betrekking tot ISR:

- Een transitie naar informatie gestuurd optreden waarin ISR de hoofdrol gaat spelen.
- Inrichting van strategisch en operationeel relevante eigen Spaceborne ISR capaciteit die direct bijdraagt aan de onafhankelijke inlichtingenpositie van de Nederlandse Krijgsmacht.
- Inrichting van eigen ISR data verwerkingscapaciteit welke in (internationaal) NAVO netwerk verband zelfstandig kan opereren.

NLR ISR-strategie

De operationele ambitie van Defensie ondersteunen met kennis en technologie:

- Het (door)ontwikkelen van innovatieve sensoren voor Spaceborne en Airborne platformen en bijbehorende verwerkingstechnieken voor ISR toepassingen.
- Het ontwikkelen van ISR informatieanalyse door middel van machine learning, big data en andere nieuwe technieken.
- Het ontwikkelen van effectieve beslissingsondersteuning aan operators, passend bij deels geautomatiseerde ISR informatieanalyse.
- Het ondersteunen van het Federated Processing Exploitatie en Disseminatie (FPED) proces om ISR data efficiënt en effectief te kunnen verwerken, ontsluiten en distribueren.
- Het ondersteunen van operators door selectieve en gerichte visualisatie van ISR informatie, waarbij virtual and augmented reality technieken worden ingezet.
- Het beschermen van de ISR capaciteit tegen cyberaanvallen.

3.2 Luchtvaartindustrie

VRAGEN VANUIT DE MARKT: KOSTEN VERLAGEN

De luchtvaartindustrie, zowel civiel als defensie, is zeer competitief. Verlagen van de productkosten over de hele levenscyclus is en blijft het dominante thema voor de industrie. 1) verlagen van de kosten voor ontwerp, certificering en test; 2) gebruik van nieuwe materialen; 3) automatisering van het productieproces. Bij alle drie de manieren van kostenreductie wordt het steeds belangrijker om zo vroeg mogelijk rekening te houden met 'end-of-life' vraagstukken en hergebruik van onderdelen en materialen. Door de hevige concurrentie is snelheid in de hele ontwikkelketen en versnelling van het productieproces van groot belang.

WERELDLEIDER OP GEBIED VAN GEAVANCEERDE WINDTUNNELMODELLEN

De DNW windtunnels geven NLR de unieke mogelijkheid om sneller en beter dan andere productinnovaties te testen om deze vervolgens op de markt te brengen. De NLR kennis van geavanceerde windtunnelmodellen en krachtbalansen, *powered propulsion simulation* en mechatronica voor windtunnelmodellen helpen hierbij. Het is de strategie van NLR om deze positie verder uit te bouwen en een wereldleider te worden op dit gebied. Deze positie draagt bij aan het vroegtijdig in de ontwikkelketen naar Nederland halen van OEM's en toeleveranciers.

SNELLER EN GOEDKOPER ONTWERPEN DOOR INTEGRAAL ONDERDEEL VAN ONTWERPTEAMS

NLR wil integraal onderdeel worden van de ontwerpteam van klanten. Vanuit die positie kan NLR optimaal meedenken in het ontwerpproces en kunnen klanten profiteren van de opgebouwde kennis rondom (nieuwe) materialen, ontwerptechnieken, onderhoud- en productieprocessen. Dit kan bijvoorbeeld door tijdens deze processen gebruik te maken van virtueel testen en certificeren en advanced data analytics. Hierdoor kunnen de voor- en detailontwerpen geoptimaliseerd worden. NLR wil dit doen door samen met de industrie *roadmaps* op te stellen om de benodigde kennis en faciliteiten te inventariseren. De focus ligt hier op hogere TRL-niveaus ten opzichte van de R&D-activiteiten van de industrie.

De centrale rol van NLR in het nog op te richten *Dutch Composites Platform* biedt de industrie de mogelijkheid om te profiteren van zijn kennis over lichte en duurzame composieten.

DÉ CERTIFICATIEPARTNER VAN DE LUCHTVAART-INDUSTRIE

Procesautomatisering, productietechnologie en automatisering van productieprocessen spelen een cruciale rol bij het goedkoper maken van het productieproces. Daarnaast speelt NLR een grote rol in de productietechnologieontwikkeling, analyse en de kwalificatie van materialen, zowel metaal als composieten, en daarmee ook de verschillende verbindingstechnieken. De ambitie is om op het gebied van certificatie van nieuwe productieprocessen en structuuronderdelen dé onderscheidende partner te zijn. De strategie is gericht op samenwerking met de industrie door proeffabrieken of *field labs* op te zetten om de productieprocessen te operationaliseren en te valideren.

KOSTENVERLAGING OP MRO

NLR wil bijdragen aan het verlagen van terugkerende kosten, zoals onderhoud, reparatie en training van gekwalificeerde mensen. De expertise en ervaringen die NLR bij Defensie op dit onderwerp heeft opgebouwd, is ook bruikbaar voor civiele partijen. De strategie is om NLR (vanuit militair MRO) in de komende jaren te positioneren als de MRO-partner voor civiele en industriële luchtvaartpartijen. Door middel van monitoring en prognoses, schade-identificatie van composieten, reparatietechnologieën en de vernieuwende onderhoudsconcepten kan NLR operators ondersteunen in het verlagen van hun onderhoudskosten en vooral in het verhogen van de beschikbaarheid van platforms. Daarnaast richt NLR een Centre of Excellence op gebied van training en simulatie voor de industrie op. De diensten op gebied van embedded training en simulatie met VR- en AR-technologieën zijn kosteneffectief en bieden mogelijkheden om specifieke facetten te trainen in een virtuele omgeving. De samenwerking met andere Nederlandse MRO-bedrijven en World Class Maintenance moet het mogelijk maken om (internationaal) concurrerende voorstellen te doen.



NLR wereldleider
op gebied van
smart windtunnel-
modellen

A man wearing a headset and glasses is seated at a desk in an air traffic control simulator. He is looking at a large screen displaying a 3D airport model with several aircraft on the tarmac. In front of him are two computer monitors. The left monitor shows a radar display with a white line and green text. The right monitor shows a green screen with some text. He is holding a pen over a large tablet on the desk that displays a flight schedule or radar data. A microphone is positioned in front of the left monitor.

NLR Preferred
Supplier
voor ANSP's en
luchthavens

3.3 Civiele Luchtvaart

VRAGEN VANUIT DE MARKT: VEILIGHEID, VERGROTEN EFFICIËNTIE, DUURZAAMHEID, CAPACITEIT EN SEAMLESS MOBILITY

Het dominante thema voor de civiele luchtvaart is de voortzettende groei van het aantal vliegbewegingen in goede banen te leiden, zowel van bemande als onbemande toestellen. Samengevat zijn er twee tegenstelde krachten: het veilig vergroten van de capaciteit en het behoud én verbetering van duurzaamheid. Hierbij gaat het om veiligheid in de lucht én op de grond, die tot stand komt door integrale samenwerking tussen verschillende partijen. Vanuit duurzaamheid is de noodzaak om de impact van (milieu) overlast (geluidshinder, emissieproblemen en congestie) in de omgeving van de luchthavens zo laag mogelijk te houden. De operationele keuzes op een luchthaven zullen niet alleen een afweging tussen geluid en capaciteit zijn, de lokale luchtkwaliteit zal ook meer meegewogen gaan worden. Daarnaast is er vanuit de markt een focus op kostenreductie, passagierscomfort en seamless mobility.

PREFERRED SUPPLIER VOOR ANSP'S EN LUCHTHAVENS

Om de capaciteit van het Europese luchtruim te vergroten en veilig te houden, werkt men binnen Europa samen aan een Single European Sky (SES). In het SES ATM onderzoeksprogramma (SESAR) werken Europese luchtverkeersleiders (ANSP's) en luchthavens samen om concrete oplossingen te implementeren. NLR heeft de ambitie om een van de *preferred suppliers* te worden bij de implementatie van het SESAR-programma.

NLR heeft een track-record op gebied van impactstudies en validatieprogramma's voor veiligheid, geluid en luchtkwaliteit bij luchthavens. NLR wil de komende jaren zowel uitbreiden in het aantal ANSP's als luchthavens én in nieuwe dienstverlening, bijvoorbeeld op het gebied van *Remote Tower* luchtverkeersleiding, capaciteits-forecastingtechnieken, *performance based regulation* en *human factors*. Daartoe zal NLR zelf verder investeren in het versterken van zijn operationele kennis en samenwerking zoeken met gespecialiseerde leveranciers.

DÉ EXPERT OP DUURZAAMHEIDSVRAAGSTUKKEN BIJ LUCHTHAVENS

NLR wil de kwaliteit van leven in en om de luchthaven helpen verbeteren. In Nederland houdt het ministerie van I&M zich beleidsmatig bezig met dergelijke duurzaamheidsvraagstukken. De ambitie van NLR is om dé kennispartner en expert te zijn voor zowel het ministerie van I&M als voor luchthavens op gebied van beleidsondersteuning bij duurzaamheidsvraagstukken. Dit doet NLR door milieu-impact-assessments en milieu-impact-mitigerende adviezen te leveren, met aandacht voor economische impact. De strategie om dit te bereiken is investeren in kennis van met name *community engagement* en deze te combineren met binnen NLR bestaande kennis over Air Traffic Management (ATM), luchthavenoperatieën en vliegtuigtechnologie. NLR kan juist op dit snijvlak een onderscheidende propositie ontwikkelen.

LUCHTVAARTMAATSCHAPPIJEN ALS NIEUWE KLANTENBASIS

Luchtvaartmaatschappijen zoeken naar een maximale passagiersbeleving en passagierscomfort tegen een zo laag mogelijke prijs. De oplossingen van NLR op gebied van human factors, flight operations, simulatie en voorspellende analyses (predictive analytics) maken het mogelijk om innovaties op het gebied van passagiersbeleving op een kostenefficiënte manier te onderzoeken en te valideren. Door het inzetten van virtual en augmented reality technieken kunnen trainingen van *flight- en maintenance crews* kosteneffectiever worden gemaakt. Deze kennis gecombineerd met de kennis op gebied van onderhoud, reparatie en training (MRO), zodat de *Direct Operating Costs* (DOC) kunnen worden verlaagd, moet in de komende strategieperiode ertoe leiden dat een aantal grote luchtvaartmaatschappijen vaste klant van NLR wordt.

NLR INTEGREERT DRONES (RPAS) SEAMLESS

Drones als technologie op zich is niet nieuw, maar de toetreding van drones tot het luchtruim heeft de afgelopen jaren een sterke ontwikkeling doorgemaakt. Het wordt steeds belangrijker om (nieuwe) drones, zowel militair als civiel, door nieuwe regelgeving goed in te bedden in het bestaande luchtruim. De ambitie is om de one-stop-shop te zijn om drones veilig en duurzaam in te passen in het operationele luchtvaartstelsel. In de komende strategieperiode zal NLR proactief initiatieven en projecten ontwikkelen voor overheid, industrie en gebruikers. NLR neemt de leiding in het ontwikkelen van certificatiestandaarden voor drones en zal zijn kennis op het gebied van *Unmanned Traffic*

Management (UTM) verder gaan uitbouwen. NLR zal initiatieven nemen naar Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL), EASA en Eurocontrol om ze te ondersteunen bij de implementatie van regels en protocollen voor drones. NLR wil dat het onderwerp 'veiligheid en drones' onlosmakelijk verbonden wordt met NLR. Door onder andere *Safety Cases* en assessments en *Airport & Airspace Capacity Analyses* uit te voeren en *Detect & Avoid* algoritmes en systemen te ontwikkelen. Daarnaast zal de impact op milieu en leefomgeving in kaart gebracht worden. NLR wordt daarmee niet alleen in Nederland, maar ook voor andere EU-landen een aansprekende partij op dit gebied.

DRONE CENTRE



NLR: EXPERTS IN DRONES

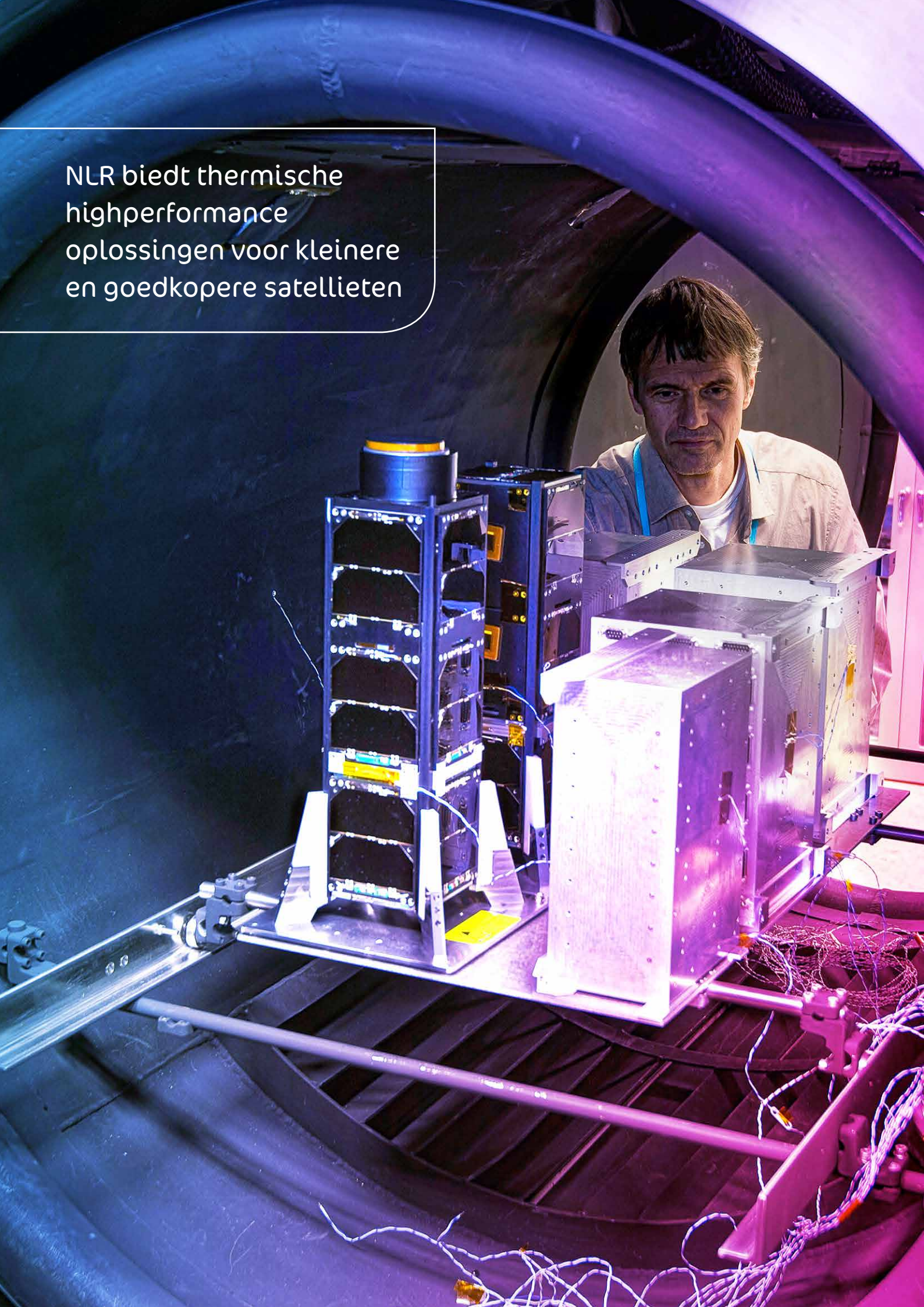
De ontwikkeling en toepassing van Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS), vaak 'drones' genoemd, neemt een enorme vlucht. NLR is betrokken bij nationale en internationale initiatieven en projecten. NLR richt zich op zowel de technologische aspecten (luchtvaartuig, sensoren, systemen) als het gebruik: luchtruimintegratie, vervoersconcepten en toepassingen. Ter ondersteuning van overheidsdiensten en mkb is NLR een erkende opleider van dronepiloten en keuringsinstantie. NLR heeft het Nederlands RPAS Test Centre (NRTC) opgericht, waar in een gesloten luchtruim van circa 15 km² wordt geëxperimenteerd met drones, sensoren en systemen. Het NRTC is het enige operationele testcentrum voor drones in Nederland. NLR was de eerste organisatie in Nederland die door de Inspectie van Leefomgeving en Transport (ILT) is erkend voor het geven van theorie- en praktijkopleidingen voor het RPA-L vliegbrevet aan zakelijke gebruikers.

Door zijn internationale betrokkenheid en kennis creëert NLR een voorsprong voor de Nederlandse overheid, industrie en gebruikers. De komende jaren richt NLR zich op veilige en duurzame integratie van drones in het luchtruim, ontwikkeling van nieuwe toepassingen en verdere automatisering. Ontwikkeling van regelgeving en certificatie zijn belangrijke randvoorwaarden. Het NRTC wordt doorontwikkeld om van innovatief onderzoek tot aan certificatie van systemen en drone-integratie in het luchtruim te realiseren. Besturingsmodellen, detect-and-avoid, geo-fencing systemen, grondstations en (componenten van) drones worden door NLR ontwikkeld.

Drones veilig inpassen
in het operationele
luchtvaartstelsel



NLR biedt thermische
highperformance
oplossingen voor kleinere
en goedkopere satellieten



3.4 Ruimtevaart

VRAGEN VANUIT DE MARKT: VEILIGHEID, GOEDKOPER EN ONAFHANKELIJK

De vragen voor de toekomst richten zich op 1) ontwikkeling van innovatieve satelliettoepassingen ter ondersteuning van de nationale veiligheid en mobiliteit; 2) het sneller en zo goedkoop mogelijk beschikbaar maken van satellietdata; 3) reductie van de kwetsbaarheid van satellieten en van de aardse infrastructuur; 4) frequentere en specifieke lanceermogelijkheden voor kleine satellieten en het goedkoper maken van ruimtevaartuigen en lanceerinstallaties (launchers); 5) het onafhankelijker worden van de landen buiten Europa. NLR legt focus op de volgende strategische speerpunten, om daarmee de zichtbaarheid van ruimtevaartonderzoek en -projecten te vergroten.

FOCUS OP INFORMATION CAPABILITIES

Satellieten leveren enorme hoeveelheden gegevens op. Het goed verwerken van al deze gegevens tot zinnige informatie ten behoeve van bijvoorbeeld de nationale veiligheid is een grote uitdaging. Met nieuwe technieken om data te analyseren kan een grote stap worden gezet. De ambitie van NLR is om voor het ministerie van Defensie en het ministerie van Veiligheid en Justitie (V&J) de partner te worden die satellietgegevens verwerkt tot bruikbare informatie en integreert met informatie van andere bronnen door middel van *information fusion* technieken en mission support tools. Net als bij de militaire luchtvaart zal de kanteling van platform-centric naar information-centric ook hier plaatsvinden en NLR wil daarbij een leidende rol nemen. Big Data, Artificial Intelligence technieken en goedkopere krachtigere hardware in de ruimte zijn belangrijke technologische *enablers* waar NLR zich op richt.

VEILIGE INFORMATIE: CYBERSECURITY

Net als bij de Luchtmacht ligt de focus bij satellietinformatie naast data analytics op informatiebeveiliging. De meeste gegevens van satellieten zijn zeer gevoelig en bevatten strategische informatie die niet in verkeerde handen mag vallen. Door risicoanalyses, het testen van GNSS-systemen en het ontwikkelen van middelen om kwetsbaarheden af te dekken draagt NLR bij aan het beschermen van satellietdata. Vanwege het toenemend belang van het cyberdomein is het de strategie van NLR om verder te investeren in kennis rondom het thema van informatiebeveiliging en cybersecurity.

GLOBAL SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS (GNSS): BETROUWBARE POSITIE, NAVIGATIE EN TIJDSBEPALING

Veel systemen en infrastructuren zijn afhankelijk van PNT informatie van GNSS-systemen. Betrouwbaarheid van deze GNSS-diensten is van groot belang voor gebruik in de luchtvaart en (autonome) mobiliteit. NLR heeft daarom de ambitie om een leidend centrum van expertise op dit gebied te zijn in Europa en om dé kennispartner te zijn in Nederland van overheid en industrie. NLR zet daartoe sterk in op kennis en ervaring met het *Galileo Public Regulated Services* en op een field lab waarmee GNSS-aanwendungen getest en gevalideerd kunnen worden.

KLEINERE EN GOEDKOPERE SATELLIETEN EN FREQUENTE EN GOEDKOPERE LANCEER-MOGELIJKHEDEN

Naast de pijler van informatie blijft NLR een toonaangevende speler op gebied van materialen. Daarover heeft NLR al langer kennis opgebouwd en kan worden bijgedragen aan de ontwikkeling van nieuwe lichtgewicht componenten voor lichtere (lichter dan 250 kg) satellieten. De focus zal liggen op thermische highperformance oplossingen met bijvoorbeeld composiete constructies en *additive manufacturing* (3D-printen). NLR zet deze ontwikkelingen in om een verdere industrialisering van de ruimtevaart-maakindustrie mogelijk te maken. Naast materialen focust NLR op *space qualified electronics*. NLR speelt al een actieve en leidende rol bij de opvolging van het Small Innovative Launcher (SMILE) voor Europa, die *responsive* lanceermogelijkheden creëert voor kleine satellieten in Europa; lanceren wanneer je wilt en waarheen je wilt. Dat gebeurt in samenwerking met Nederlandse industrie om nieuwe economische groeipotentie te realiseren.

INTERNATIONAL TRAFFIC IN ARMS REGULATIONS (ITAR) - FREE TECHNOLOGIE

Eén van de mogelijkheden om minder afhankelijk te worden van landen buiten Europa is het ontwikkelen van *ITAR-free* componenten en technologieën. ITAR bepaalt welke componenten en diensten in de defensiemarkt gereguleerd zijn door de VS. Zij hebben daarmee voor veel onderdelen een dominante en bepalende rol. De strategie is om samen met Europese instituten te investeren in de ontwikkeling van ITAR-free oplossingen en technologieën. De focus zal daarbij liggen op gepompte koelsystemen en het ontwikkelen van (micro)pompen en passieve warmtetransportsystemen die over een 'aan/uit' schakelaar beschikken. Verder zal de aandacht uitgaan naar ITAR-free on-board computing, communicatie en andere elektronica-oplossingen.



NLR's Pilot Plant:
high tech fabricage-
technologieën voor
composieten

4. Strategie voor kennis en technologie

De vragen uit de markt en van de stakeholders van NLR kunnen worden geclusterd in vier strategische thema's voor kennis en technologieontwikkeling: 1) Sustainable Aerospace; 2) Safe & Seamless Mobility; 3) Protection & Intervention; en 4) Information Supremacy.

Deze vier thema's dienen als uitgangspunt voor de onderzoeksagenda van NLR voor de komende jaren. Om de thema's te implementeren wordt focus aangebracht in het onderzoeksprogramma op maatschappelijke onderwerpen en zal meer aandacht worden besteed aan laag TRL (2-4) onderzoek. Binnen de thema's komt NLR na overleg met de externe adviescommissies, tot twaalf speerpunten die de komende vier jaar leidend zijn voor de kennisopbouw.

Internationaal sluiten de NLR-beleidsvoornemens aan op de visie over de toekomst voor de luchtvaart die door ACARE is geformuleerd. Op nationaal niveau wordt aangesloten bij de prioriteiten van de roadmap van de topsector HTSM, de Luchtvaartnota van het ministerie van I&M, de Strategische Kennis- en Innovatieagenda van het ministerie van Defensie en de routes uit de Nationale Wetenschapsagenda. De speerpunten zijn multidisciplinair en verbinden zowel de kennisdomeinen als de research infrastructuur (de strategische faciliteiten). Ze zijn op elkaar afgestemd om zo efficiënt mogelijk maximale impact en kwaliteit te leveren.

4.1 Sustainable Aerospace

Vliegen moet schoner, stiller en efficiënter worden om zo de impact op het milieu en de omgeving te minimaliseren. NLR kijkt zowel naar de industriële kant (innovatieve materialen en kostenefficiënte fabricagetechnologieën om deze materialen te verwerken, milieuvriendelijke verfsystemen en onderhoudsconcepten, zuinigere en stillere motoren) als naar de omgeving rond luchthavens. Binnen dit thema focust NLR zich op de volgende speerpunten voor kennis- en technologie:

- *Application of innovative aerospace materials*
- *Energy management / miniaturization of thermal control*
- *Health monitoring and prognostics for aerospace vehicles*

- *Competitive aerospace design and manufacturing*
- *Virtual certification supported by test*
- *Quality of life*

APPLICATION OF INNOVATIVE AEROSPACE MATERIALS

De ambities van grote OEM's zoals Boeing en Airbus zijn fors: 30% reductie in gewicht en 40% reductie op *recurring* kosten. Om dit te bereiken moeten toepassingen van nieuwe materialen, coatings en fabricagetechnologieën worden ontwikkeld en getest, waarbij NLR maximaal inzicht wil krijgen in het mechanische, thermische en langeduurgedrag van die materialen en coatings, zowel bij de ontwikkeling hiervan als bij gebruik. NLR gaat zich de komende jaren focussen op *composites, metals and hybrids (metal-composite combinations)*.

ENERGY MANAGEMENT /MINIATURIZATION OF THERMAL CONTROL

Het energieverbruik en de milieubelasting kan door nieuwe, duurzame manieren van energieopwekking, energieopslag en aandrijfconcepten verlaagd worden. NLR investeert in kennis op het gebied van brandstofcellen, accu's en elektromotoren, die zorgen dat het mogelijk wordt een bemand vliegtuig, op termijn, volledig elektrisch voort te sturen. Voor de ruimtevaart richt NLR zich op nieuwe systemen en toepassingen op het gebied van *thermal management* (koelsystemen met de focus op hoge nauwkeurigheid met een hoge betrouwbaarheid) en thermodynamica. Dit is vooral belangrijk voor koelsystemen van sensoren aan boord van satellieten, waarbij een defect aan het koelsysteem nu ook meteen het einde van de missie betekent. NLR investeert in de ontwikkeling van nieuwe *fail safe* technologie o.a. door inzet van 3D printtechnologieën waarbij een aantal kleine pompen gezamenlijk één grote vormen en waarbij de uitval van één pomp niet leidt tot het afschrijven van de sensor/satelliet. Het ondersteunt de ambitie in de ruimtevaartsector om minder afhankelijk te worden van landen buiten Europa.

HEALTH MONITORING AND PROGNOSTICS FOR AEROSPACE VEHICLES

Health monitoring and prognostics draagt bij aan een langere levensduur van vliegtuigen, beter en goedkoper onderhoud en duurzame inzetbaarheid. Het vergroot het inzicht in de conditie van een

vliegtuig en biedt de mogelijkheid om voorspellingen te doen over noodzakelijk preventief onderhoud, wat vervolgens de veiligheid verbetert en de kosten verlaagd. Het onderzoek van NLR richt zich onder andere op *Non Destructive Inspection* (NDI)-technologie, *loads and usage monitoring*, corrosie-management en *physics of failure*. Het doel is om een 'MRO-field lab' op te zetten.

COMPETITIVE AEROSPACE DESIGN AND MANUFACTURING

De kosten voor het verwerken van innovatieve materialen in vliegtuigconstructies moeten omlaag en productietempo's moeten omhoog o.a. door ontwikkeling van geautomatiseerde fabricage technologieën. Daarnaast moet de leverbetrouwbaarheid o.a. door inzet van *virtual manufacturing* en inzet van *digital twin* modellen worden verhoogd. Het dekt de hele levenscyclus van een vliegtuig: van het prille ontwerp tot aan *end-of-life* vraagstukken. Om dit te kunnen bewerkstelligen worden diverse fysieke en digitale faciliteiten met elkaar verbonden. De scope ligt zowel op modelering, simulatie en ontwerp als op fysieke testen (mechanische testen en fabricage testen). Nieuw is de focus op veilige digitale samenwerking tussen partijen en cybersecurity.

VIRTUELE CERTIFICATIE

Een technologie die bijdraagt aan de kostenefficiëntie en verduurzaming van het ontwikkelproces is 'virtuele testen en certificeren'. Voordat een fysieke test wordt gedaan, wordt een digitaal model ontwikkeld van het te testen object. Het model wordt zodanig digitaal getest, dat de fysieke testen vaak 'in-1-keer-goed' zijn. Dit vermindert de kosten en de risico's. Op basis van de resultaten van de fysieke testen wordt het digitale model verbeterd. Virtueel testen kan op verschillende niveaus gedaan worden, van coupons tot '*full-scale*' tests. Daarna kan, waar toegestaan, dit digitale model worden gebruikt voor certificatie zonder fysieke test. Bij dit speerpunt is de samenwerking tussen de kennisgebieden van NLR cruciaal.

QUALITY OF LIFE

De negatieve impact van vliegtuigen op de leefomgeving moet worden gereduceerd als draagvlak voor (toenemende) vliegbewegingen wenselijk is. Het speerpunt 'Quality of life' doet onderzoek naar het vergroten van de positieve impact en het verkleinen van de negatieve impact die de luchtvaart op de leefomgeving heeft. Naast vliegtuiggeluid, emissies en externe veiligheid wordt rekening gehouden met sociaaleconomische factoren.

Er wordt gefocust op de volgende elementen:

1. Minimaliseren van geluidshinder;
2. Minimaliseren van impact uitstoot schadelijke stoffen;
3. Ontwikkelen van nieuwe 'land-use' planningsmethodieken;
4. Realistische visualisatie en simulaties van geluid en emissies rondom luchthavens voor levensechte scenario-analyses
5. Vergroten van draagvlak met behulp van (niet-akoestische) innovaties;
6. Integratie van sociaaleconomische effecten en sturingsmogelijkheden in de milieu-beleidsstudies

4.2 Safe & Seamless Mobility

Binnen het thema Safe & Seamless Mobility staat de ontwikkeling van betrouwbare, veilige en duurzame mobiliteit door de lucht en rondom luchthavens centraal, waarvoor er drie speerpunten voor de komende jaren zijn aangemerkt:

- *Seamless mobility*
- *Increase of autonomy*
- *Organisational change*

SEAMLESS MOBILITY

NLR zet vol in op coördinatie tussen luchthavens, luchtverkeersleiding en vliegtuigmaatschappijen op het gebied van veilig en seamless luchttransport. Het onderzoek en de kennis richten zich op ontwerp en implementatie van klantgerichte, duurzame en veerkrachtige Air Traffic Management (ATM) en Airport systemen. Onderwerpen die hierbinnen vallen zijn Interval Management, ATM security, *Multiple Remote Tower*, Integratie van drones in het lucht-ruim, *System Wide Information Management* (SWIM), *Virtual Block Control* en *Airport and Airline Operation Centre*.

INCREASE OF AUTONOMY

De toename van meer autonoom opererende systemen waarmee vliegers, verkeersleiders en ander operationeel personeel geconfronteerd worden zal vragen om een nieuw proces voor certificatie en validatie, omdat deze systemen niet in alle condities getest kunnen worden die zij in de praktijk zullen gaan tegenkomen. Innovatie in training en in het ontwerp van de mens-machine interface zullen nodig zijn om de mens op een effectieve manier te kunnen laten interacteren met meer autonome systemen. Vernieuwingen in system design kunnen tenslotte helpen om systemen te ontwikkelen die gecertificeerd kunnen worden.



Een snelle en
praktische manier
om hinderbeleving
te laten ervaren

ORGANISATIONAL CHANGE

De luchtvaart wordt steeds meer gefragmenteerd en meer met elkaar verweven. Er is sprake van een systeem van systemen, dat bestuurd en gemonitord moet worden als één geheel. Dit vergt nieuwe besturingsmodellen, business modellen en samenwerkingsmodellen die (inter)nationaal worden afgestemd. Kennis wordt opgedaan van demografische, sociaal-culturele en politieke veranderingen en verschillen, zodat die afstemming goed kan plaatsvinden. Daarnaast is onderzoek nodig om nieuwe modellen en processen te ontwikkelen met de veiligheid en duurzaamheid van het vliegenverkeer als uitgangspunt.

4.3 Protection & Intervention

NLR assisteert Defensie met bescherming, snelle en effectieve interventie en stabilisatie tegen opkomende dreigingen. NLR faciliteert Defensie samen te werken met bondgenoten, zelfs op grote afstand van het eigen grondgebied. Het speerpunt voor kennis en technologie is: *Control of electromagnetic spectrum for mission support*.

CONTROL OF ELECTROMAGNETIC SPECTRUM FOR MISSION SUPPORT

NLR ontwikkelt kennis op het gebied van Elektronische Oorlogsvoering (EOV), *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (ISR)*, *Mission Planning and Debrief* en cybersecurity. Het gaat om kennis over moderne radiofrequentie technologie, signaalverwerking, beeldherkenning en over de praktische inzet van dit soort systemen en mogelijke tegenmaatregelen voor kwetsbaarheden.

4.4 Information Supremacy

Big data-analyse als een van de sleuteltechnologieën omvat een breed spectrum aan mogelijke nieuwe werkerterreinen. NLR gaat sterk inzetten op het gebied van dataverzameling, het verwerken tot informatie, het samenvoegen van gegevens, de exploitatie en het delen van informatie. Daarbij is het belangrijk dat er een vitale, ononderbroken en veilige doorstroming van informatie mogelijk wordt gemaakt door nieuwe technologieën in sensoren, computerhard- en software en nieuwe communicatietechnieken. De speerpunten voor kennis en technologie waar in eerste instantie op gefocust worden zijn gebaseerd op concrete marktvragen:

- *Network centric situational awareness (of space applications)*
- *Effective and versatile operators*

NETWORK CENTRIC SITUATIONAL AWARENESS (OF SPACE APPLICATIONS)

Cruciaal voor informatiegestuurd optreden is tijdige, volledige en nauwkeurige informatie over het operatiegebied en over de vijand. In het operatiegebied van tegenwoordig is elke deelnemer een potentiële sensor. Om de data van alle informatiebronnen te stroomlijnen tot één enkel operationeel plaatje, moeten kennis en tools worden ontwikkeld op het gebied van sensorfusie, dataopslag, big dataverwerking van ongelijksoortige systemen en externe bronnen. Er moeten oplossingen worden ontwikkeld voor het managen en structureren van datastromen en het aansturen van sensor platforms, zowel space-based als airborne. Een praktische toepassing is het ontwikkelen van een *Electronic Support Measures (ESM)* sensor voor kleine satellieten.

EFFECTIVE AND VERSATILE OPERATORS

Zowel in de militaire als in de civiele luchtvaart neemt de druk op prestaties zoals informatieverwerkingscapaciteit en reactiesnelheid van mensen sterk toe. Maatwerk in training en ondersteuning wordt steeds belangrijker. Dit vergt intelligente, adaptieve en motiverende simulaties en trainingsmiddelen. Dit speerpunt is gericht op het ontwerpen van innovatieve trainingsprogramma's en simulatoren, big-data en predictive analytics.

4.5 Research infrastructuur

NLR onderscheidt zich vanwege zijn mogelijkheden om de haalbaarheid van nieuwe technologie in een representatieve experimentele omgeving te kunnen toetsen of verifiëren. Deze strategische research infrastructuur is uniek in Nederland en NLR wordt daartoe door de overheid in staat gesteld (zowel voor de realisatie van nieuwe ontwikkelingen als de exploitatie), omdat grote onderzoeksfaciliteiten niet commercieel te exploiteren zijn.

Het is de taak van NLR om deze infrastructuur zo toegankelijk mogelijk te maken (en te houden) voor Nederlandse stakeholders. De strategie voor de komende jaren bevat de volgende twee concrete pijlers:

1. Aanscherping van de focus vanuit de markt-vraag door het opzetten van thematische faciliteitenclusters;
2. Nieuwe business modellen en tarifiering voor laagdrempelige openstelling voor externe partijen (met name mkb's).

THEMATISCHE CLUSTERING VAN RESEARCH INFRASTRUCTUUR

Klanten vragen om een integrale oplossing, bijvoorbeeld op het gebied van MRO en missie-informatie. De infrastructuur van NLR bestaat nu nog vaak uit 'losse faciliteiten'. NLR gaat de komende jaren focus aanbrengen door bestaande faciliteiten te clusteren naar thema's die naadloos aansluiten bij de vragen uit de markt.

NIEUWE BUSINESS MODELLEN VOOR VERHOGEN BEZETTING

Om de toegang tot de NLR Research Infrastructuur met name voor het Nederlandse mkb, technostarters en onderzoekers te vergemakkelijken, gaat NLR kijken naar nieuwe business modellen en tariefmodellen. Te denken valt aan het leveren van diensten (manuren) inclusief een prijscomponent voor de infrastructuur in plaats van losse tarieven voor faciliteiten. Andere business modellen zullen worden bekeken met als doel om de bezetting van de infrastructuur te optimaliseren.

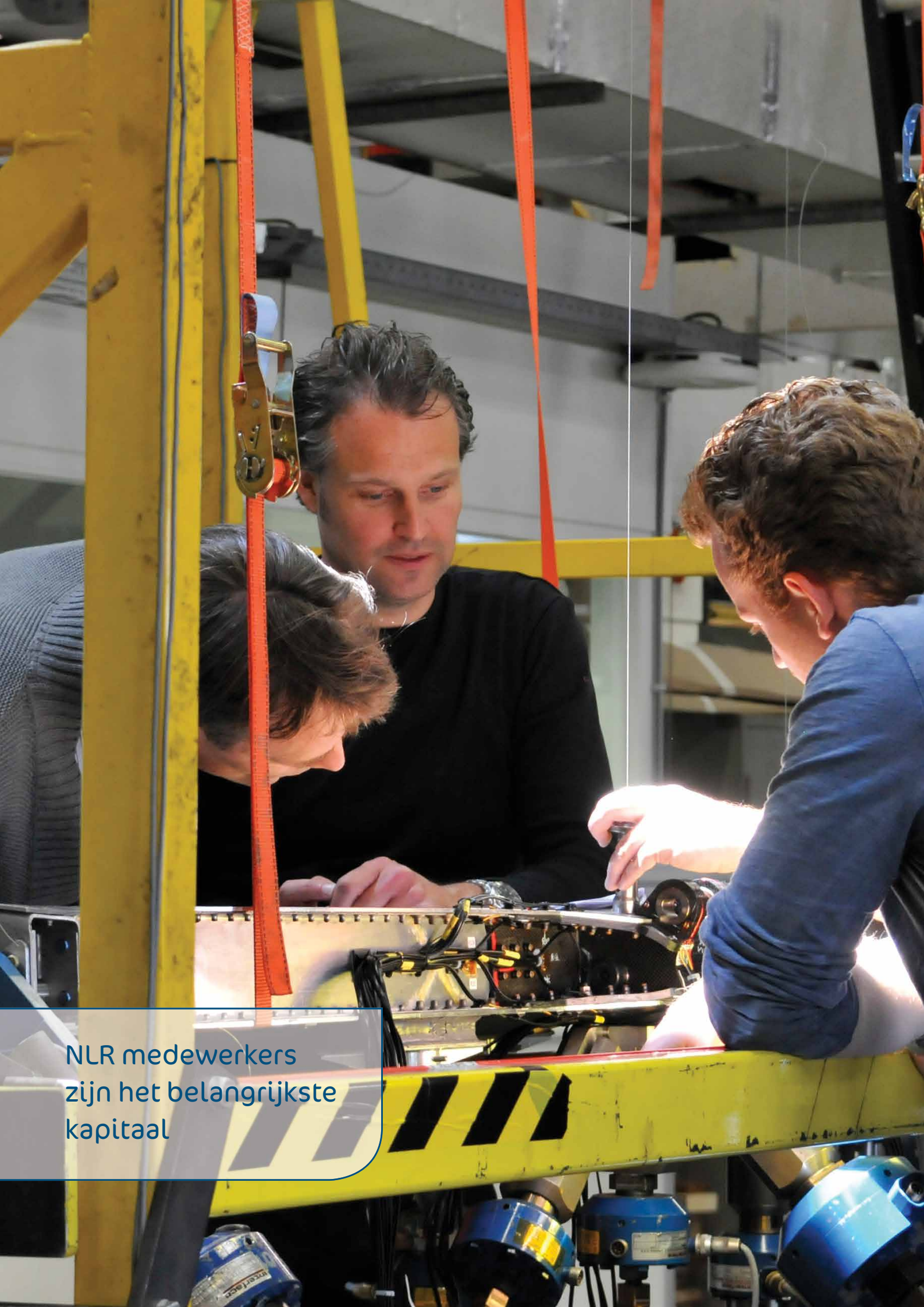
THEMATISCHE CLUSTERING

NLR denkt aan het opzetten of uitbreiden van research infrastructuur clusters in diverse gebieden:

- Data Analytics Center (big data en predictive modelling)
- Integrated ATM facility, inclusief de Remote Tower facility
- ISR /Mission Information
- Lichtgewicht constructies (composieten/hybride constructies en 3D printen (additive manufacturing) van metaal)
- MRO
- NRTC - Drones (RPAS) Testcentrum
- Responsive Space Capability
- Training & Simulatie

Het MRO Cluster is bedoeld als een ecosysteem waarin Structural Health Monitoring (SHM) en Non Destructive Inspection (NDI) technieken van TRL 5/6 naar 8 gebracht worden. NLR levert diensten en kennis van kapitaalintensieve, geavanceerde technieken. Deze diensten stellen klanten in staat om buiten hun reguliere bedrijfsvoering te innoveren, prototype of nul serie inspecties uit te voeren en inspecteurs te trainen. De research infrastructuur kan worden ingezet als reservecapaciteit voor de industrie. Met deze diensten kunnen klanten risico's voor hun bedrijfsvoering reduceren en kapitaalinvesteringen verlagen.





NLR medewerkers
zijn het belangrijkste
kapitaal

5. NLR organisatie

De vragen uit de markt veranderen. Dit heeft een bredere impact dan alleen kennis en technologie. Van belang is efficiënte kennisontwikkeling, -deling en -inzet, zowel kwalitatief als kwantitatief. Hoe blijven de NLR medewerkers wendbaar en vernieuwend? Hoe kan NLR nog beter anticiperen op de vragen uit de markt?

5.1 Lerende organisatie

Ontwikkelen en leren wordt vormgegeven vanuit het concept van de lerende organisatie. Een lerende organisatie is in staat blijvend in te spelen op de veranderende omgeving. Het lerend vermogen is bepalend voor de wendbaarheid van de organisatie. Openheid, dialoog en het zo laag mogelijk leggen van verantwoordelijkheden zijn essentiële voorwaarden voor een lerende organisatie. Een lerende organisatie voert een bewust beleid voor het ontwikkelen en onderhouden van het lerend vermogen op alle niveaus, zowel individueel als in groepsverband.

Conform het concept van de lerende organisatie beschouwt NLR zijn medewerkers als het belangrijkste kapitaal; zij realiseren de organisatie-doelstellingen en dragen de visie van de organisatie uit. NLR medewerkers zijn professionals die verantwoordelijkheid willen en durven nemen voor hun eigen functioneren in relatie tot hun omgeving.

Ontwikkeling van medewerkers staat centraal en ondersteunt de strategische ambities van NLR. Medewerkers leren van en met elkaar in een werkomgeving die denken en doen stimuleert. Leidinggevende en medewerker nemen samen de verantwoordelijkheid om ontwikkeling op organisatie-, divisie-, afdelings- en individueel niveau te borgen en de stijl van leidinggeven is gericht op innovatie en ontwikkeling.

De ontwikkeling en de instandhouding van het lerend vermogen op alle niveaus vergt een bewust beleid en kan op verschillende manieren ingevuld worden. Leidend hierin zijn het NLR Strategieplan en het besef dat medewerkers zich niet alleen inhoudelijk maar ook als mens moeten en kunnen ontwikkelen.

Vanuit het concept van de lerende organisatie staan op de agenda van de komende jaren:

- werken aan een cultuur die de strategie ondersteunt;
- realiseren krachtig leiderschap
- kwalitatieve en kwantitatieve adequate personeelsmix

Lijst van afkortingen

ACARE	Advisory Council for Aviation Research and innovation in Europe
ANSP	Air Navigation Service Provider
ATM	Air Traffic Management
CAMO	Continuous Airworthiness Management Organization
DOC	Direct Operating Costs
ESA	European Space Agency
GNSS	Global Satellite Navigation Systems
HTSM	High Tech Systemen & Materialen
ISR	Intelligence Surveillance & Reconnaissance
ITAR	International Traffic in Arms Regulations
mkb	midden- en kleinbedrijf
MRO	Maintenance, Repair en Overhaul
NRTC	Nederlands RPAS Test Centre
NAVO	Noord-Atlantische Verdragsorganisatie
OEM	Original equipment manufacturer
RPAS	Remotely Piloted Aircraft Systems
SES	Single European Sky
SESAR	Single European Sky ATM Research
SMILE	Small Innovative Launcher for Europe
SSA	Space Situational Awareness
TO2	Federatie van Toegepast Onderzoeksinstituten NLR, MARIN, ECN, Deltares, TNO en WR
TRL	Technology Readiness Level

Colofon

Samenstelling:

NLR Directieteam

Vormgeving & productie:

NLR Multimedia Groep

Fotografie:

NLR Multimedia Groep

pag 8 © Roel Hemkes

pag 18 © Defensie - Gerben van Es

pag 20 © Defensie - Jan Schram

Druk:

NLR Reprografie



Dedicated to innovation in aerospace

**NLR'S CUTTING EDGE TECHNOLOGY VINDT ZIJN WEG
NAAR LUCHT- EN RUIMTEVAARTPROGRAMMA'S VOOR
DE CIVIELE EN DEFENSIESECTOR.**

- ATM Infrastructuur en vliegprocedures
- Maintenance, repair and overhaul (MRO)
- Constructies & materialen
- Onderhoud & levensduurbewaking
- RPAS/Drones
- Satellietnavigatie
- Aardobservatie en remote sensing
- Simulatie en training
- Avionica
- Helikopters
- Defensiesystemen
- Luchtvaartveiligheid

NLR Amsterdam
Anthony Fokkerweg 2
1059 CM Amsterdam
t) 088 511 31 13 f) 088 511 32 10
e) info@nlr.nl i) www.nlr.nl

NLR Marknesse
Voorsterweg 31
8316 PR Marknesse
t) 088 511 44 44 f) 088 511 42 10
e) info@nlr.nl i) www.nlr.nl