Dedicated to innovation in aerospace

NLR Strategieplan 2022-2025

Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

Afbeelding op de cover: het elektrisch aangedreven onderzoeksvliegtuig PH-NLX. Met deze Pipistrel Velis Electro zet NLR een belangrijke stap om kennis en ervaring rond elektrisch vliegen in Nederland te intensiveren.

Inhoud

Samenvatting 5

1 Inleiding 9
- Terugblik strategieperiode 2018 - 2021 9
- Vooruitblik strategieperiode 2022 - 2025, en daarna 9
- Leeswijzer 10

2 Strategische positie en omgeving 13
- Interne analyse 13
- Externe analyse 15

3 Strategische keuzes 21
- Visie 21
- Impact door strategische focus 22

4 Strategische agenda 27
- Mens & Organisatie 27
- Kennisbasis 27
- Onderzoeksinfrastructuur 28
- Werken in programma's 30
- Benadering van de markt 34
- Benadering van externe stakeholders 37
- Financiën 41

Nawoord 43

Lijst van afkortingen 44

NLR-kennisgebieden 46

Bronnen 47

Colofon 48

Onze samenleving heeft een grote behoefte aan mobiliteit en producten

Samenvatting

In de strategieperiode tot en met 2025 leggen we een belangrijke basis voor het realiseren van de klimaatambities in de Europese *Green Deal* en van ACARE, steunen we Defensie met de eerste implementatiestappen van haar visie 2035 en staan we zij aan zij met de lucht- en ruimtevaartsector om sterker uit de coronapandemie te komen. In dit rapport analyseren we hoe de maatschappij zich naar verwachting zal ontwikkelen, welke technologie gaat opkomen en wat dat betekent voor de lucht- en ruimtevaart. Daarnaast reflecteren we op ons eigen presteren gedurende de afgelopen periode.

De wereldbevolking groeit en de gemiddelde levensverwachting stijgt. We zijn ons als samenleving steeds meer bewust van risico's door de klimaatverandering en vanwege zorgen over de schaarse natuurlijke grondstoffen, onze leefomgeving en de natuur. Het machtsevenwicht in de wereld is aan het verschuiven en dreigingen krijgen steeds meer een hybride vorm. Dat zet onze veiligheid, als randvoorwaarde voor onze vrijheid en democratie, onder druk. Daarmee gepaard verandert ook de wereldhandel en dus de economische positie van Nederland. De groeiende middenklasse in onze samenleving heeft een grote behoefte aan mobiliteit en producten. Deze vraag naar (vracht)vervoer wordt op nationaal en regionaal niveau vervuld door een gebalanceerde mix van transport-modaliteiten. De groei van de bevolking en de versnelde urbanisatie stellen hogere eisen aan een veilige infrastructuur in en rondom de steden.

De technologische ontwikkeling zet in hoog tempo door en maakt veel mogelijk met slimmere machines, robotica, automatisering, kunstmatige intelligentie (AI), geavanceerde sensoren, miniaturisatie, AR/VR, *digital twin technology* en mens-systeemintegratie. De ontwikkeling van *eXplainable AI* (XAI) is relevant voor specifieke toepassingen waarbij je wilt weten hoe AI tot het antwoord komt. Zeker in het geval van autonome systemen helpt dit de consequenties van handelen te bepalen. Dat geldt ook zeker voor militaire toepassingen waar onbemande en autonome systemen een toenemend belangrijkere rol spelen. NAVO [24] noemt *big data* en *advanced analytics*, kunstmatige intelligentie, ruimtevaart- en hypersone technologieën als disruptieve technologieën met een verwachte grote invloed op defensie en veiligheid. Technologische doorbraken zijn ook hard nodig om klimaatneutraal te vliegen, te produceren en te recyclen. Nieuwe concepten voor aandrijflijnen, energieopslag, aerodynamische eigenschappen, materialen, ultralichtgewicht-constructies en voortstuwingsintegratie worden bestudeerd om emissies significant te verlagen of zelfs tot nul terug te brengen en ook de aandacht voor alternatieve voortstuwing groeit sterk.

De Europese Commissie bevordert de digitalisering van de Europese economie en in de samenleving, en ook Nederland heeft een digitaliseringsstrategie. De Nederlandse industrie digitaliseert en automatiseert. Het optimaliseren richting *first time right* van productie en product met inzet van ICT, simulatiegereedschappen en nieuwe fabricagetechnologieën, waaronder 3D-printen, maakt produceren en de gemaakte producten efficiënter, goedkoper, duurzamer en kwalitatief hoogwaardiger. Digitalisering vindt ook zijn weg bij de ontwikkeling van voorspellend onderhoud: niet preventief of reactief, maar onderhoud precies op het juiste moment uitvoeren. Europa streeft naar het realiseren van een *Digital European Sky* in 2040. Door digitalisering en automatisering van de infrastructuur voor luchtverkeersleiding worden emissies verder verlaagd.

Nationale en internationale stakeholders waarderen het onderzoek en de dienstverlening van NLR enorm. Daarbij hebben we aangetoond dat we mondiale crises kunnen opvangen. Maar er zijn ook verbeterpunten om onze toekomst robuuster te maken. In 2020 heeft een onafhankelijke commissie

volgens het protocol Evaluatie- en Monitoringskader Toegepast Onderzoek (EMTO) onze kwaliteit, impact en vitaliteit beoordeeld. De commissie beoordeelt de kwaliteit van het onderzoek als erg goed, op sommige gebieden zelfs van wereldklasse. Ook de impact van het werk is goed en is de klanttevredenheid constant hoog. NLR zou echter nog pro-actiever betrokken kunnen zijn bij belanghebbenden en de wetenschappelijke impact zou beter kunnen.

Over de vitaliteit concludeert de commissie dat de financiële positie gezond is. NLR is een financieel robuuste organisatie en dat moet uiteraard zo blijven op korte en lange termijn. Dit zonder winstoogmerk, maar met voldoende ruimte voor investeringen in kennis- en productontwikkeling en technologische infrastructuur. Onze state-of-the-art onderzoeksinfrastructuur speelt een essentiële rol bij kennisopbouw en technologieontwikkeling. Voor grote upgrades van faciliteiten of nieuwe investeringen is NLR afhankelijk van financieringsregelingen van de overheid. Voor het realiseren van onze strategische doelstellingen zijn grote onderzoeksfaciliteiten noodzakelijk. De hiervoor benodigde materiële investeringsruimte ontbreekt op dit moment. Daarnaast is er een structurele verhoging van de jaarlijkse financiering nodig om onze huidige portefeuille van onderzoeksinfrastructuur in stand te houden en aan te passen aan toekomstige behoeften van de overheid en het Nederlandse bedrijfsleven. De EMTO-commissie onderschrijft het belang van voldoende investeringsruimte voor de onderzoeksinfrastructuur in een oproep, niet alleen aan ons, maar ook direct aan onze overheid. Verder wordt geconstateerd dat er ruimte is voor verbetering in het HR-beleid op het gebied van diversiteit en inclusiviteit. NLR neemt de aanbevelingen van de commissie ter harte.

Dit strategieplan zet onze ambities uiteen en beschrijft hoe we die tot een succes gaan maken. NLR speelt in Nederland een voortrekkersrol als de verbindende schakel tussen wetenschap, bedrijfsleven, maatschappij en overheid. In onze visie richten we ons op 2035 en waar mogelijk reikt de horizon al verder. NLR richt zich op drie langetermijnthema's waar we onze impact willen doen gelden:

1. Duurzame luchtvaart
2. Competitieve lucht- en ruimtevaart
3. Veilige samenleving

Daarbij stellen we onszelf concrete en ambitieuze doelen voor de komende strategieperiode. Onze kennisbasis is het fundament dat we verder blijven verstevigen. Bovenop deze monodisciplinaire kennisgebieden zijn er negen multidisciplinaire programma's waarmee NLR inhoudelijk invulling geeft aan de strategie:

1. Klimaatneutrale luchtvaart
2. Impact op mens en maatschappij
3. Veilige en concurrerende operatie
4. Ontwikkeling van lucht- en ruimtevaartuigen
5. Operationele beschikbaarheid
6. Informatiegestuurd opereren
7. *Future Air & Space Power*
8. Onbemand en autonoom
9. Opkomende technologie

NLR realiseert zich dat het succes hiervoor in handen ligt van onze mensen en onze klanten. Voor hen willen we een inspirerende organisatie zijn, die inspeelt op een veranderende omgeving. We geloven sterk in het beter presteren van divers samengestelde teams. Met een divers personeelsbestand zijn we in staat meer impact te maken voor onze klanten en stakeholders, en uiteraard voor onze mensen en de maatschappij. Iedereen moet zich welkom, veilig, gewaardeerd en gerespecteerd voelen.

De benadering van de markt blijft in de vijf marktsegmenten, dat is solide en herkenbaar:

1. Civiele luchtvaartindustrie richt zich op de maakindustrie en de MRO-industrie.
2. Civiele luchtvaaroperaties richt zich op luchtvaartmaatschappijen, luchtverkeersleiding, luchthavens en regelgevende instanties en overheden.
3. Defensie en veiligheid – overheid richt zich op de langdurige strategische relatie met Defensie en de relatief nieuwe relatie met Justitie en Veiligheid (JenV).
4. Defensie en veiligheid – industrie richt zich op de Nederlandse defensie-industrie in de toeleveringsketen en de internationale OEM's (*original equipment manufacturers*).
5. Ruimtevaart richt zich primair op het versterken van het Nederlandse ecosysteem van ruimtevaartbedrijven en een betrouwbare toegang tot de vitale ruimte-infrastructuur.

NLR speelt in op de laatste ontwikkelingen vanuit de markt en er ligt een sterke focus vanuit onze visie, thema's en programma's zoals hier beschreven. NLR heeft toegang tot een heel brede kring aan stakeholders. De ministeries Infrastructuur en Waterstaat (IenW), Economische Zaken en Klimaat (EZK) en Defensie zijn voor ons langdurig strategische partners. De vele samenwerkingen met het bedrijfsleven willen we verder versterken. In binnen- en buitenland werkt NLR actief samen met onderzoeksinstellingen, waar we in de komende strategieperiode nog meer uit willen halen. Wat NLR doet, dat doet ertoe voor de maatschappij en daarvoor moeten we zichtbaar en toegankelijk zijn.

State-of-the-art faciliteiten voor kennisopbouw en technologieontwikkeling

De sector wil versneld uit de coronacrisis innoveren

© KLM

1. Inleiding

Hoe anders ziet de wereld er op dit moment uit dan we ons ten tijde van het opstellen van het strategieplan 2018-2021 hadden voorgesteld. De corona-pandemie heeft wereldwijd een enorme invloed en raakt de luchtvaartsector in het bijzonder. De verwachting is bovendien dat de maatregelen om het virus in bedwang te houden nog een tijd zullen voortduren. Het op de pandemie volgende verwachte algemene economisch herstel zal niet direct gelden voor de luchtvaartsector: de sector zal mogelijk tot 2025 de gevolgen pijnlijk voelen [20]. Aan de andere kant geeft de crisis ook een positieve impuls aan de verduurzaming van de luchtvaart en maakt de overheid middelen vrij om hier invulling aan te geven. Des te belangrijker voor NLR om voor de komende strategieperiode helder uiteen te zetten hoe NLR de Nederlandse lucht- en ruimtevaartsector wil ondersteunen om versneld uit de crisis te innoveren, een zo groot mogelijke maatschappelijke impact wil realiseren en om op die manier bij te dragen aan een duurzame luchtvaartsector en het toekomstig verdienvermogen van Nederland.

1.1 Terugblik

STRATEGIEPERIODE 2018 - 2021

De toekomst verloopt nooit helemaal zoals je deze voorspelt. In ons strategieplan proberen we in te spelen op die onzekerheid. Terugkijkend op het vorige strategieplan en op de lopende strategieperiode, zien we dat zaken soms inderdaad anders zijn verlopen. We zien dat er meer ruimte is ontstaan om nieuwe, strategische ontwikkelingen op te pakken. Bijvoorbeeld de opkomst van elektrisch vliegen, die bij het schrijven van het vorige plan nog niet was voorzien. Waar het vorige strategieplan een menukaart van strategische opties weergaf, brengen we nu expliciet focus aan voor de komende periode en is gekozen voor een programmatische aanpak. Het vorige strategieplan gaf vooral aandacht aan de marktvraag in ons investeringsbeleid. In het nieuwe plan willen we hierop voortbouwen en de marktstrategie nog meer samen laten komen met de strategie voor onze kennis- en faciliteitenontwikkeling, door deze in de drie centrale thema's aan elkaar te koppelen. Daarnaast denken we in het nieuwe plan, meer dan in het vorige, de balans te hebben gevonden tussen de bestaande en doorlopende kennisbasis binnen de organisatie en de nieuwe ambities voor de komende periode.

1.2 Vooruitblik

STRATEGIEPERIODE 2022 - 2025, EN DAARNA

In de strategieperiode tot en met 2025 leggen we een belangrijke basis voor de klimaatambities in de Europese *Green Deal* en van ACARE (*Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe*), steunen we Defensie met de eerste implementatiestappen van haar visie voor 2035, dragen wij bij aan het oplossen van maatschappelijke vraagstukken uit het Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid

(MTIB) en maken we stappen met het realiseren van de uitvoeringsagenda van de luchtvaartnota. We staan zij aan zij met de lucht- en ruimtevaartindustrie om sterker uit de coronapandemie te komen.

Ook de luchtvaart moet bijdragen aan de klimaatambities van Europa. Daarbij is een duurzame en klimaatneutrale luchtvaart in 2050 het doel. Dit betreft zowel de operatie als ook de productie. De luchtvaart kan niet duurzaam zijn zonder een evenwichtige relatie met de omgeving, inclusief het erkennen van de principes voor een circulaire economie. Voor een klimaatneutrale luchtvaart zal niet alleen de CO_2-uitstoot, maar zullen ook de effecten van de andere klimaatgassen teniet moeten worden gedaan. De bijdrage van de luchtvaart aan de klimaatopwarming is het drievoudige van de bijdrage van CO_2 alleen [7]. De Nederlandse overheid wil in 2030 bij de internationale koplopers horen op het gebied van hybride-elektrisch vliegen en streeft ernaar dat alle grondgebonden operaties klimaatneutraal zijn. In het rapport *Destination 2050* [8] heeft NLR samen met SEO Economisch Onderzoek onderzocht en aangetoond dat de doelen op het gebied van CO_2 haalbaar zijn, bij de juiste randvoorwaarden en de ondersteuning vanuit de overheden. Als ultieme stip op de horizon streeft NLR ernaar dat de luchtvaart emissieloos vliegen mogelijk maakt in 2070, zonder uitstoot van broeikasgassen en depositie van (ultra)fijnstof en stikstofoxiden. De ondertekening van de *memorandum of understanding* (MoU) tussen de Nederlandse lucht- en ruimtevaartsector, vertegenwoordigd door de NAG, en Airbus is een andere belangrijke stap op weg naar de toekomst van duurzame luchtvaart. Het doel van de MoU is het aangaan van een strategische langetermijnrelatie op het gebied van duurzaamheid in luchtvaartonderzoek en -innovatie en om een goede concurrentiepositie voor de Nederlandse sector te creëren.

Veiligheid is een belangrijke voorwaarde om onze verworven vrijheid, welvaart en democratie te borgen. Die veiligheid staat onder druk. Krijgsmachten van potentiële tegenstanders worden krachtiger, de verhoudingen tussen grootmachten verharden weer. Het gaat niet alleen om conventionele dreigingen. Ook aan de buitengrenzen van Europa is het onrustig, is er zorgelijk extremisme en terrorisme rondom Europa, hebben we steeds vaker te maken met natuurfenomenen en vormt onze sterke vitale infrastructuur een doelwit. Daarnaast vinden aanvallen ook steeds meer plaats in nieuwe domeinen met dagelijkse cyberaanvallen en online-beïnvloeding en ontstaat er een *space race*. Niet voor niets heeft Defensie haar visie voor 2035, waarin ze deze dreigingen onderkent, de titel 'Vechten voor een Veilige Toekomst' gegeven. NLR geeft vanuit zijn strategische relatie met Defensie op innovatief én operationeel gebied mede invulling aan deze uitdagingen.

Ruimtevaart is in toenemende mate een *key enabler* voor onder andere veiligheid en mobiliteit door middel van toepassingen die zijn gebaseerd op data, beschikbaar via satellietsystemen voor communicatie, aardobservatie en navigatie. Daarmee speelt ruimtevaart een cruciale en kritische rol voor maatschappij en overheden. Nieuwe diensten, deels gebaseerd op commerciële ruimtevaartpartijen, lijken een vlucht te nemen met grote constellaties van satellieten. Dat biedt kansen voor Nederlandse bedrijven die een belang hebben bij de ontwikkeling van kleine satellietsystemen en daarmee te leveren diensten. NLR steunt ze daarin. Anderzijds vormt deze groei een dreiging in de vorm van ruimtepuin, die ontstaat door de veelheid van lanceringen en disfunctionele satellieten, waarbij internationaal geaccepteerde regelgeving ontbreekt. NLR adviseert de overheid hierover.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 presenteert een interne analyse van de strategische positie van NLR en een externe analyse van de omgeving. Vervolgens beschrijft hoofdstuk 3 op welke onderzoeksonderwerpen en marktsegmenten NLR zich richt en welke doelen NLR wil behalen in de komende strategieperiode, maar ook in de periode daarna. In hoofdstuk 4 staat tot slot uiteengezet hoe NLR deze (langetermijn)doelen wil bereiken, hoe we samen met de Nederlandse lucht- en ruimtevaartecosystemen ons uit de crisis innoveren en een zo groot mogelijke, maatschappelijke impact willen gaan realiseren. De uitvoering van de strategie volgt in een nog op te stellen uitvoeringsagenda, die jaarlijks zal worden bijgesteld na evaluatie van het strategieplan.

NLR blijft organisatorisch bij zijn huidige structuur op één punt na, dat we meer programmatisch gaan werken. Deze structuur is herkenbaar in de structuur van dit document: drie langetermijnthema's, die we vanuit de kennisbasis aangevuld met negen programma's invullen en waarbij we onze opdrachten via de bekende vijf marktsegmenten blijven verwerven.

Het belang van ruimtevaart neemt voor Defensie sterk toe

NLR heeft een centrale positie in het nationale kennisecosysteem

2. Strategische positie en omgeving

Om de strategische positie van NLR op nationaal en internationaal niveau te bepalen is een interne en externe analyse uitgevoerd. Deze analyses staan in dit hoofdstuk beschreven.

2.1 Interne analyse

Wie wij zijn

Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum is al ruim 100 jaar een toonaangevend en onafhankelijk opererend onderzoekscentrum dat zich inzet voor een betere wereld van morgen. Daarbij bieden we specifieke, innovatieve oplossingen en technische expertise. Daar zijn we trots op.

ONZE MISSIE

Koninklijke NLR maakt als toegepast onderzoeksorganisatie lucht- en ruimtevaart duurzamer, veiliger, efficiënter en effectiever. Onze innovatieve en praktische oplossingen versterken de concurrentiekracht van het bedrijfsleven en dragen bij aan het oplossen van maatschappelijke vraagstukken. Wij werken op objectieve en onafhankelijke wijze, voor en mét het (inter)nationale bedrijfsleven en overheidsinstanties.

Onze kennis- en technologiepositie

NLR heeft een centrale positie in het nationale kennisecosysteem voor lucht- en ruimtevaart. Ook internationaal zijn we een gerespecteerde kennispartner en werken we nauw samen met onze zusterorganisaties binnen Europa in *Association of European Research Establishments in Aeronautics* (EREA)- en *Association of the European Space Research Establishments* (ESRE)-verband. Mondiaal zoekt NLR de verbinding via het *International Forum for Aviation Research* (IFAR).

Wij verbinden wetenschappelijk onderzoek, beleidsmatige ondersteuning en industriële ontwikkeling met elkaar. Daarbij is ons kennis- en technologieniveau op diverse gebieden van wereldklasse. We gebruiken onze state-of-the-art onderzoeksinfrastructuur, die in de afgelopen periode nieuw is gehuisvest, om effecten van nieuwe technologieën experimenteel te beoordelen en de haalbaarheid van nieuwe concepten te beproeven. Door de inzet van beschikbare financieringsmogelijkheden, zoals via overheidsfondsen, spelen we met onze kennis en faciliteiten in op nieuwe technologische en maatschappelijke ontwikkelingen.

Onze centrale kennis- en technologiepositie benadrukt relaties met veel andere onderzoeksorganisaties, zowel nationaal als internationaal. NLR biedt jaarlijks een grote groep stagiairs en afstudeerders de mogelijkheid kennis te maken met de wereld van de lucht- en ruimtevaart en helpt promovendi om wetenschappelijk onderzoek te doen.

Onze onderzoeksinfrastructuurpositie

De onderzoeksinfrastructuur, fysiek en digitaal, van NLR speelt een essentiële rol bij kennisopbouw en technologieontwikkeling voor de lucht- en ruimtevaart en het realiseren van de noodzakelijke innovaties om ons uit de crisis innoveren. Kennisontwikkeling en experimentele verificatie zijn nauw met elkaar verweven. De onderzoeksinfrastructuur helpt risico's te verminderen door de technologische haalbaarheid van nieuwe concepten te testen, de grenzen van het gebruiksgebied van een vliegtuig, helikopter, drone of satelliet te benutten en de *time to market* voor nieuwe systemen en producten te verkorten. Toegepast onderzoeksorganisaties (TO2) ontwikkelen en beheren strategische onderzoeksfaciliteiten vanwege hun optimale positie in het innovatiesysteem. Dit is één van de belangrijkste taken die de overheid aan TO2 oplegt.

NLR beheert en exploiteert grote onderzoeksfaciliteiten die uniek zijn in Nederland en soms ook internationaal. Grootschalige onderzoeksinfrastructuur is in het algemeen niet kostendekkend waardoor commerciële bedrijven dit niet aanleggen en exploiteren. Het is daarom essentieel dat de overheid voorziet in financieringsregelingen voor exploitatietekorten met regelmatige opwaardering. Hiermee behoudt NLR het vermogen om nieuwe technologieën te valideren en om nieuwe producten en diensten mogelijk te maken die deze technologieën gebruiken.

NLR heeft samen met het Duitse zusterinstituut DLR de Stichting Duits-Nederlandse Windtunnels (DNW) in 1976 opgericht. DNW is voor Nederland zowel van maatschappelijke als economische betekenis.

Urban air mobility (UAM) heeft tot doel stedelijke mobiliteit via het luchtruim met vliegende voertuigen. UAM omvat lucht-passagiers- en vrachtvervoer binnen de stad en aan de rand, met voertuigen variërend van kleine drones en *personal air vehicles* (PAV) tot passagiersvliegtuigen.

Milieudoelstellingen op het gebied van uitstoot en geluidshinder staan hoog op de politieke agenda. DNW beschikt over faciliteiten voor de ontwikkeling van de volgende generaties van vliegtuigen met geavanceerde (elektrische) voortstuwingssystemen, maar ook drones en *urban air mobility* (UAM). In nauwe samenwerking vormen DNW en NLR hét nationale kennisnetwerk dat het Nederlandse beleid met betrekking tot een actieve internationale en Europese rol op milieuterrein, middels bijdragen aan vliegtuignieuwbouw, kan realiseren. Door de deelname in DNW kan de Nederlandse luchtvaartsector in een vroeg stadium anticiperen op mondiale, zowel civiele als militaire ontwikkelingen. DNW heeft doorslaggevende invloed op de ontwikkeling van technologieën op uiteenlopende terreinen. Van revolutionaire voortstuwingstechniek en innovatieprocedures voor een efficiëntere afhandeling van vliegverkeer, tot ruimtevaart- en *automotive*-toepassingen.

Het jaarlijkse investeringsbudget van NLR voor vernieuwing en instandhouding van de onderzoeks-infrastructuur bedraagt € 2 miljoen (exclusief de bijdragen aan DNW), ongeveer 4% van de vervangingswaarde. NLR evalueert jaarlijks de gehele onderzoeksinfrastructuur. Infrastructuur die niet meer voorziet in een behoefte van de overheid of het Nederlandse bedrijfsleven wordt afgestoten. In de afgelopen jaren zijn bijvoorbeeld de onderzoeksvluchtsimulator GRACE en de *burner rig*-testfaciliteit voor het testen van gasturbine onderdelen in hoge temperatuurgasstromen afgestoten.

Ook voor grote upgrades van faciliteiten of nieuwe investeringen heeft NLR een afwegingskader om investeringen te prioriteren. Voor deze investeringen is NLR mede afhankelijk van financieringsregelingen van de overheid. Op basis van de huidige ontwikkelingen en toekomstige behoeften zien we de noodzaak voor het opzetten van nieuwe faciliteiten op gebieden zoals vliegproeven (inclusief elektrisch en onbemand), geautomatiseerde fabricage en tactische simulatie – een investering van meer dan € 25 miljoen – waarvoor momenteel geen financiering beschikbaar is. Daarnaast is er een structurele verhoging van de jaarlijkse financiering nodig om onze huidige portefeuille van onderzoeksinfrastructuur in stand te houden en aan te passen aan toekomstige behoeften van de overheid en het Nederlandse bedrijfsleven.

Hoe we presteren

Nationale en internationale stakeholders waarderen het onderzoek en de dienstverlening van NLR enorm. Een 4,33 (op een schaal van 1,00 - 5,00) als klanttevredenheidscore in 2020, het kennis-benuttingspercentage[1] door klanten boven de 85% en een stabiele klantenbasis tonen dit aan.

Het financiële beleid van NLR is robuust. Daarbij hebben we aangetoond dat we mondiale crises kunnen opvangen. Ook fluctuaties in de rijksbijdrage en de bijdragen vanuit nationale en internationale financieringsinstrumenten heeft NLR kunnen absorberen.

In 2020 is een totale beoordeling van alle TO2-instituten uitgevoerd in opdracht van het ministerie van EZK. Onafhankelijke commissies hebben de TO2-instituten beoordeeld volgens de richtlijnen van het door Rathenau Instituut ontwikkelde protocol Evaluatie- en Monitoringskader Toegepast Onderzoek (EMTO). De beoordeling van het functioneren van de instellingen gebeurt op basis van drie hoofdcriteria: kwaliteit, impact en vitaliteit. Hierover wordt rechtstreeks gerapporteerd aan de minister van EZK in zijn rol als penvoerder en systeemverantwoordelijke namens de TO2-instituten.

De commissie[2] die NLR evalueerde beoordeelt de kwaliteit van het onderzoek als erg goed [21]. Op sommige gebieden zelfs van wereldklasse, en klanten spreken hun hoge waardering uit. Ook de impact van het werk is goed. De klanttevredenheid is constant hoog en klanten passen de projectresultaten breed toe. NLR zou echter proactiever betrokken kunnen zijn bij belanghebbenden. Een ander punt van aandacht is het verbeteren van de weten-schappelijke impact door meer te publiceren over het NLR-onderzoek, maar ook door de relatie met universiteiten te versterken. Met betrekking tot vitaliteit concludeert de commissie dat de financiële positie gezond is. Er is verbetering nodig in het

[1] *De mate waarin onderzoeksresultaten worden benut door stakeholders*
[2] *Prof. Dr. Ir. Hester Bijl (voorzitter), Prof. Rolf Henke, Ir. Tineke Bakker - van der Veen, LtGen Dennis Luyt*

HR-beleid op het gebied van diversiteit en inclusiviteit. Daarnaast is de financiering voor het onderhoud van de infrastructuren van NLR een punt van aandacht. NLR neemt de aanbevelingen van de commissie ter harte. De opvolging ervan staat beschreven in dit strategieplan.

2.2 Externe analyse

Maatschappelijke ontwikkelingen

Het behoud van een gewenste levensstandaard is niet vanzelfsprekend zonder consequenties voor de samenleving, het milieu en klimaat. Volgens voorspellingen van het CBS [9] blijft de Nederlandse bevolking de komende decennia groeien, tot bijna 19,6 miljoen inwoners in 2060. In 2024 bereikt het inwonertal naar verwachting 18 miljoen, in 2039 19 miljoen. We worden ook steeds ouder: in 2040 zijn er naar verwachting twee keer zo veel personen van 80 jaar en ouder vergeleken met 2019. De Nederlandse bevolking groeit niet alleen, deze wordt ook diverser. Volgens het CBS [10] groeit het aantal inwoners met een migratieachtergrond van 4,2 miljoen in 2020 naar tussen de 5,3 en 8,4 miljoen in 2050. Ook in de rest van de wereld groeit de bevolking en stijgt de gemiddelde levensverwachting. Er komen één miljard mensen bij tot 2025 [11]. Wereldwijd groeit het aantal mensen in de middenklasse met een levensstandaard die vraagt om luxe, kwalitatief hoogstaande producten en flexibelere mobiliteit.

Momenteel woont meer dan de helft van de wereldbevolking in stedelijke gebieden en wordt een versnelling van de verstedelijking waargenomen. Wekelijks komen er anderhalf miljoen stedelingen bij. Dit betekent dat in 2030 zestig procent van de wereldbevolking in stedelijke regio's woont [12], waarbij een demografische verschuiving plaatsvindt naar Azië.

Deze maatschappelijke ontwikkelingen leiden tot nieuwe manieren van consumeren, waarbij deel-modellen belangrijker worden dan eigendom en men hecht een groter belang aan gepersonaliseerde ervaringen en duurzame consumptie. We zijn ons als samenleving steeds meer bewust van risico's door de klimaatverandering en vanwege zorgen over de schaarse natuurlijke grondstoffen, onze leefomgeving en de natuur. Het collectieve bewustzijn dat de klimaatverandering daadwerkelijk plaatsvindt is bereikt. Men wil hier nu echt op reageren. In de afgelopen jaren werden concrete, hoge collectieve doelen gesteld waar de komende decennia aan gewerkt zal worden. Er zijn juridisch afdwingbare klimaatmaatregelen in de wetgeving opgenomen om te bevorderen dat de eerste klimaatdoelen in 2035 kunnen worden bereikt. Duurzaamheid reikt verder dan alleen CO_2-reductie. Ook klimaatadaptatie en de effecten van de non-CO_2-klimaatgassen zijn van steeds groter belang.

Op het gebied van veiligheid vermindert de technologische voorsprong van het westen. Dagelijks hebben we te maken met cyberaanvallen en beïnvloeding naast verder oplopende kinetische dreigingen door regionale en geopolitieke spanningen. Ook is er onrust op de financiële en grondstoffenmarkten, worden potentiële tegen-standers sterker door toenemende investeringen in defensie en is er sprake van extremisme en terrorisme. Slechte leefomstandigheden aan de randen van Europa leiden tot groeiende druk op de buitengrenzen. Onze vitale infrastructuur wordt bedreigd en we krijgen steeds meer te maken met onvoorspelbare natuurlijke dreigingen, voortkomend uit onder andere klimaatverandering [13]. Kortom: de veiligheid, als randvoorwaarde voor onze vrijheid en democratie, staat onder druk.

Technologische ontwikkelingen

De groeiende middenklasse in onze samenleving heeft een grote behoefte aan mobiliteit en (luxe) producten. Deze vraag naar (vracht)vervoer wordt op nationaal en regionaal niveau vervuld door een gebalanceerde mix van transportmodaliteiten. De groei van de bevolking en de versnelde urbanisatie stelt hogere eisen aan een veilige infrastructuur in en rondom de steden. Transport moet niet alleen efficiënt en betaalbaar zijn, maar ook schoon en

Klimaatneutraal: vereist netto nul temperatuurstijging door alle luchtvaartbroeikasgassen (CO_2 en niet-CO_2) [8].
CO_2-neutraal: netto nul koolstofdioxide (CO_2)-emissies worden bereikt wanneer de door de mens veroorzaakte CO_2-emissies wereldwijd worden gecompenseerd door CO_2-verwijderingen gedurende een bepaalde periode [8].
Emissieloos: nul uitstoot van alle broeikasgassen.

Advanced manufacturing-faciliteit voor ultralicht-gewicht constructies

veilig. Ook zijn enkele niche oplossingen in ontwikkeling. De ontwikkeling van UAM-systemen en drones moet de mogelijkheid bieden om mensen en goederen onbemand en autonoom door de lucht te vervoeren om verkeersopstoppingen tegen te gaan.
Ook voor militaire toepassingen worden autonome en onbemande systemen ontwikkeld. EU en NAVO noemen *big data* en *advanced analytics*, kunstmatige intelligentie (AI), ruimtevaart- en hypersone technologieën als disruptieve technologieën met een verwachte grote invloed op defensie en veiligheid. Opkomende technologieën die binnen 20 jaar tot wasdom komen, maar waarvan het effect nog onzeker is, zijn kwantumtechnologie, bio- en mens-verbeteringstechnologieën en nieuwe materialen en fabricagetechnieken.

Er zijn grote technologische doorbraken nodig om klimaatneutraal te vliegen. Kerosine heeft een energiedichtheid die vijftig maal groter is dan die van een moderne accu. Daarmee is de uitdaging om volledig elektrisch te vliegen enorm. Nieuwe concepten voor aandrijflijnen, energieopslag, aerodynamische eigenschappen, materialen, ultra-lichtgewicht constructies en voortstuwingsintegratie worden bestudeerd om emissies significant te verlagen of zelfs tot nul terug te brengen. Naast elektrificatie is de aandacht voor alternatieve brandstoffen sterk groeiend. Duurzame vliegtuig-brandstof en waterstof als brandstof voor luchtvaartuigen lijken veelbelovende opties op weg naar klimaatneutraliteit. Ook de verdere elektrificatie van de grondsystemen op luchthavens draagt substantieel bij aan de verduurzaming van de luchtvaart.

De Europese Commissie bevordert de digitalisering van de Europese economie en in de samenleving. Nederland heeft in 2018 een Nederlandse digitaliseringsstrategie gelanceerd, die in 2020 is geactualiseerd. Ook de Nederlandse industrie digitaliseert en automatiseert. Het optimaliseren richting *first time right* van productie en product met inzet van ICT, simulatiegereedschappen en nieuwe fabricagetechnologieën, waaronder 3D-printen, maakt produceren en de gemaakte producten efficiënter, goedkoper, duurzamer en kwalitatief hoogwaardiger. Dit wordt onder andere gedreven door slimmere machines, robotica, automatisering, kunstmatige intelligentie, geavanceerde sensoren, miniaturisatie, AR/VR, *digital twin technology*, mens-systeemintegratie. De ontwikkeling van *eXplainable AI* (XAI) is relevant voor specifieke toepassingen waarbij je wilt weten hoe AI tot het antwoord komt. Zeker in het geval van autonome systemen helpt dit de consequenties van handelen te bepalen. Optimaliseren gebeurt niet alleen binnen bedrijven maar ook door samenwerking tussen verschillende bedrijven in de waardeketen.

Digitalisering en automatisering van de maakindustrie en MRO-industrie verhoogt de productiviteit en toegevoegde waarde van bedrijven en creëert nieuwe werkgelegenheid. Daarnaast zorgt het voor een lager gebruik van grondstoffen en energieverbruik. Nieuwe fabricagetechnologieën en ontwerpmethodieken maken het mogelijk om ultralichtgewicht-vliegtuig-constructies te ontwikkelen, die bijdragen aan een lager brandstofverbruik en lagere emissies.

Digitalisering vindt ook zijn weg in de operatie (inclusief onderhoud) van platformen. Door de ontwikkeling van voorspellend onderhoud (*predictive maintenance*) wordt onderhoud niet preventief of reactief uitgevoerd, maar precies op het juiste moment, bepaald door sensoren en algoritmes. Dit verbetert de beschikbaarheid (*uptime*) van platformen. Daarnaast bespaart dit tijd, geld, de hoeveelheid aan afvalstromen en leidt dit tot een hogere productiviteit. Europa streeft naar het realiseren van een *Digital European Sky i*n 2040. Door digitalisering en automatisering van de infrastructuur voor luchtverkeersleiding worden emissies verder verlaagd.

Tot slot zorgt de toenemende digitalisering voor technologie-ontwikkeling van *cybersecurity*. Dit geldt ook voor vliegende platformen en satellieten, van ontwerp tot certificatie en fabricage, van operatie tot onderhoud. Het maatschappelijke belang van *cybersecurity*-maatregelen in bijvoorbeeld autonome drones is duidelijk.

Ontwikkelingen in de markt

CIVIELE LUCHTVAARTINDUSTRIE

Deelname aan nieuwe programma's en ontwikkeling van nieuwe platformen voor lucht- en ruimtevaart heeft een grote toegevoegde waarde en spin-off voor de Nederlandse civiele industrie. Europese civiele vliegtuigbouwers richten zich onder andere op radicaal nieuwe vliegtuig en voortstuwings-technologieën. Concepten in ontwikkeling variëren van vliegtuigen met gedistribueerde elektrische voorstuwing, ultra-efficiënte vliegtuigen voor *sustainable aviation fuel*, waterstofaangedreven voortstuwing tot geheel nieuwe *blended wing body*-ontwerpen.

Daarnaast zetten wereldwijd de traditionele vliegtuigbouwers en nieuwkomers zich in op nieuwe concepten, zoals UAM en *short range electrical vehicles* (SREV). De eerste elektrisch aangedreven commerciële vliegtuigen tot 19 passagiers worden naar verwachting in 2035 in gebruik genomen. De Nederlandse luchtvaartindustrie, samen met onderzoeks-organisaties, werkt nauw samen met vliegtuigbouwers om de ontwikkeling van deze duurzame, baanbrekende concepten te versnellen. Voor de industrie blijft het streven naar kostenreductie en vergroten van effectiviteit van het ontwerp en productieproces van groot belang.
Voor onbemande luchtvaart en UAM-systemen, wordt een grote groei voorzien en tal van nieuwe partijen en OEM's betreden deze markt. Naast UAM-platformen op lage hoogte wordt er ook door marktpartijen gewerkt aan *high altitude pseudo satellite-platformen* (HAPS).

CIVIELE LUCHTVAARTOPERATIE

De coronacrisis heeft een ongekende invloed op de luchtvaart. Vanwege reisrestricties kwam het personenvervoer door de lucht in 2020 vrijwel volledig tot stilstand en stelden luchtvaart-maatschappijen de aanschaf van nieuwe vliegtuigen uit. De meeste prognoses gaan uit van een terugkeer naar pre-coronaverkeersvolumes over een periode van jaren. In Europa en Nederland gaat de herziening van het luchtruim door. Daarnaast zet Nederland flinke stappen in de realisatie van de uitvoeringsagenda van de luchtvaartnota [1]. De maatregelen als reactie op de coronapandemie laten duidelijk zien dat gezondheid van de reiziger in verband met pandemieën zeer belangrijk is en dat de luchtvaartsector weerbaar moet zijn. Denk daarbij ook aan indringers (bijvoorbeeld drones, hackers) en klimaatveranderingen. Luchthavens moeten een zeer veilige en gezonde plek vormen, duurzaam en klimaatneutraal en met voldoende aandacht voor kwaliteit van leven voor omwonenden.

Door de crisis gaan luchtvaartmaatschappijen failliet en gaan veel vliegtuigen terug naar de leasemaatschappij. Het vermogen van luchtvaart-maatschappijen, luchthavens en luchtverkeersleiding om te investeren zal zeer beperkt zijn en kostenefficiëntie zal de boventoon voeren. Overheden ondersteunen de luchtvaartmaatschappijen, luchthavens en luchtverkeersleiding financieel onder de voorwaarde dat herstel op duurzame wijze plaats vindt. De crisis biedt echter ook nieuwe kansen, omdat nationale en Europese stimulerings-programma's de luchtvaartsector in staat stellen versneld duurzame producten te ontwikkelen.

DEFENSIE EN VEILIGHEID - OVERHEID

NLR heeft een langdurige strategische relatie met Defensie, onze grootste opdrachtgever. De defensievisie 2035 [13], de strategische kennis- en innovatieagenda 2021-2025 (SKIA) [14], de Defensie industriestrategie (DIS) [15] en de KIA Veiligheid [16] vormen de belangrijkste pijler voor deze markt. De ontwikkeling van onze krijgsmacht is gericht op de volgende eigenschappen: technologisch hoogwaardig, informatiegestuurd, en betrouwbare partner en beschermer.

Ook de Europese Unie (EU) is doordrongen van de urgentie van een technologisch sterke en adaptieve defensie binnen Europa. Dat blijkt uit het oprichten van het *European Defense Fund* (EDF) voor gezamenlijk onderzoek en innovatie. Een sterke nationale kennis-, technologie- en innovatieprogrammering is noodzakelijk om Europees mee te kunnen doen. Naast bovenstaande speelt ook het missiegedreven innovatiebeleid daarop in. De KIA Veiligheid agendeert interdepartementale kennis en innovatiebelangen samen met industrie en onderzoeksorganisaties. Ook duurzaamheid en energie-onafhankelijkheid spelen een steeds grotere rol bij de verschillende krijgsmachtonderdelen. Samenwerking met andere overheden, die veelal ook NAVO-lid zijn, vindt plaats op bilaterale basis.

Het ministerie van Justitie en Veiligheid (JenV) heeft ook een voor NLR relevante SKIA [17] gepubliceerd. Hierin is vooral het deel "De 'smart' uitdaging: aansluiten op de zelforganiserende samenleving met moderne technologie" relevant voor onze marktpositie, bovenal omdat JenV recent is aangesloten in de taakgroep NLR. Het *smart* omgaan met *big data* is hierbij de focus. JenV en NLR concretiseren hun samenwerking sinds 2019 op basis van de KIA Veiligheid met Defensie, marktpartijen en andere departementen en overheidsdiensten die in dat ecosysteem samenwerken.

DEFENSIE EN VEILIGHEID - INDUSTRIE

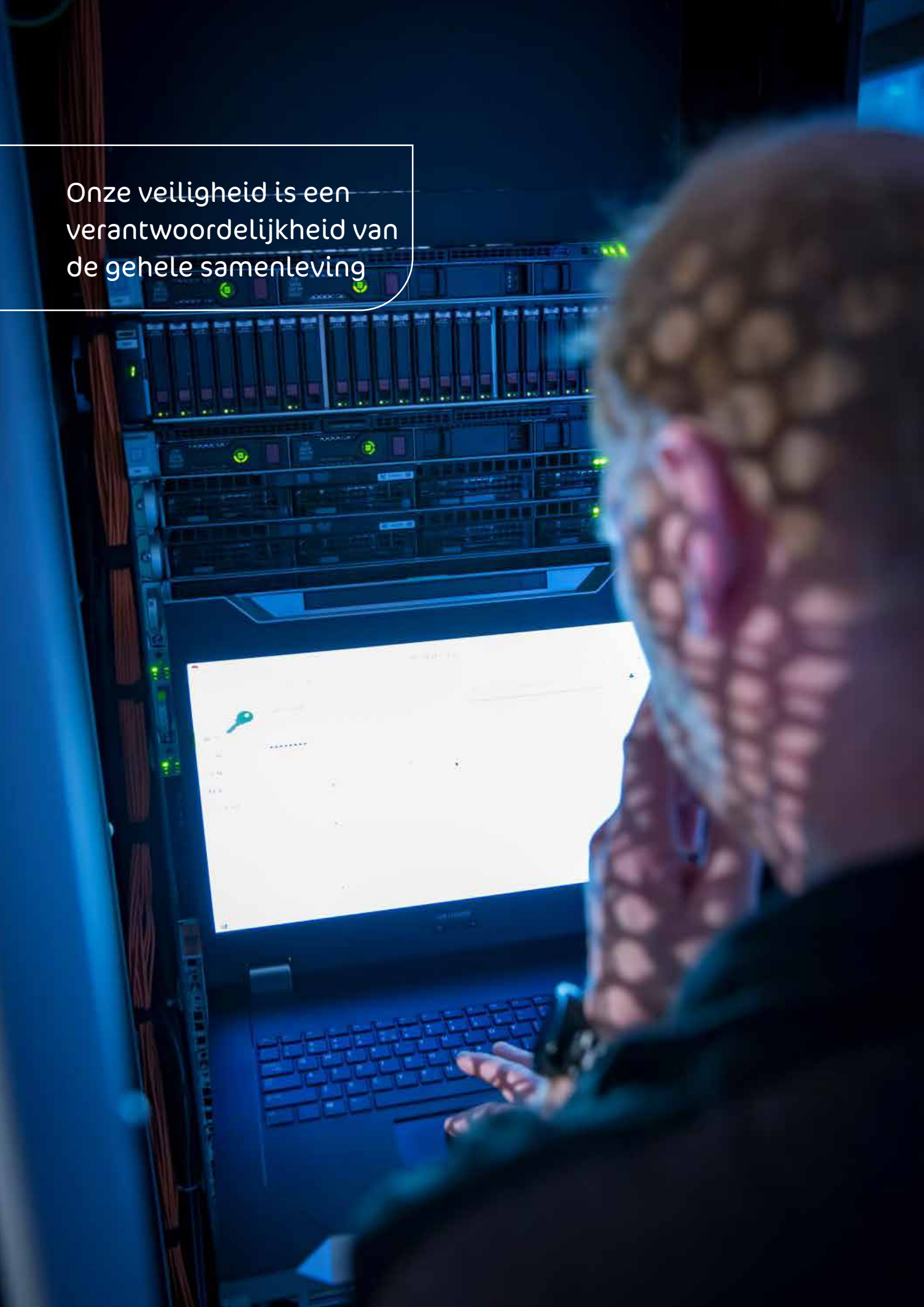
Nederland heeft een goed werkend ecosysteem waarin Defensie, industrie en kennisinstellingen samen werken. Het segment defensie en veiligheid - industrie lijkt niet heel hard getroffen te zijn door COVID-19. Bestaande geopolitieke spanningen vergroten de noodzaak om defensiebudgetten te laten groeien. De defensievisie 2035 [13], de SKIA 2021-2025 [14], de DIS [15], de KIA veiligheid [16] en EDF zijn ook voor de Nederlandse defensie- en veiligheidindustrie richtinggevend. Behalve het Defensie Materieel Programma bieden grote

toekomstige, internationale militaire programma's kansen voor de Nederlandse defensie-industrie. Voor de middellange termijn zijn de ontwikkelingen van de volgende generatie helikopters en onbemande concepten van belang. Zowel in Europa als in de Verenigde Staten wordt aan de militaire helikopter van de toekomst gewerkt. Op de langere termijn speelt de volgende generatie gevechtstoestellen dan wel een toekomstig *combat air system* (FCAS) een rol. Deze Europese programma's zullen deels door het EDF gefinancierd gaan worden. Ook ruimtevaart krijgt groeiende prioriteit in nationaal en internationaal beleid voor defensie en veiligheid. De sectoren voor defensie en veiligheid, en ruimtevaart vinden elkaar met nieuwe kansen voor beide.

RUIMTEVAART

De programmering van ESA (*European Space Agency)* vormt het fundament onder de Europese ruimtevaartmarkt. Het Nederlands ruimtevaartbeleid [18] richt zich voor een groot deel op ESA. Daarnaast omvat het ruimtevaartbeleid een nationale programmering met stimulering van toepassingen en technologieontwikkeling. Ook de EU zet stevig in op ruimtevaart, traditioneel met aardobservatie systeem Copernicus, satellietnavigatiesytemen EGNOS en Galileo, en middelen voor algemeen onderzoek. Daaraan wordt nu satellietcommunicatie (GOVSATCOM) en *space situational awareness* (SSA) toegevoegd. NLR heeft mogelijkheden hierop aan te haken, onder andere in ESRE-verband. De EU-landen hebben de scope van het Europese onderzoeksprogramma verder verbreed naar het defensiedomein, hetgeen nieuwe kansen voor ons biedt.

Steeds meer commerciële bedrijven en innovatieve startups, gedekt door grote investeerders, nemen een belang in de ruimtevaart. Dit zorgt voor een groeiend commercieel-gedreven aandeel in de ruimtevaartmarkt. Met name door commerciële initiatieven brengt de sterk groeiende exploitatie van de ruimte een duurzaamheidsprobleem naar voren: ruimtepuin. Dit is een groeiend punt van zorg en vraagt internationaal om afstemming en maatregelen, maar biedt ook nieuwe perspectieven voor de markt.


Onze veiligheid is een
verantwoordelijkheid van
de gehele samenleving

3. Strategische keuzes

De verkenning van maatschappelijke, technologische en marktontwikkelingen uit het vorige hoofdstuk zijn in dit hoofdstuk gebruikt om strategische keuzes te maken.

3.1 Visie

Hoe ziet onze maatschappij eruit in 2035?

De maatschappij stelt steeds hogere eisen aan veiligheid en we zijn ons als samenleving zeer bewust van de gevolgen van onze acties op het klimaat. Mensen zijn in steeds grotere mate betrokken bij technologische ontwikkelingen die steeds complexer worden en grote invloed hebben op de eigen leefomgeving of organisatie. Internet en sociale media maken de wereld steeds kleiner en brengen zaken dichtbij. Hierbij mengen steeds meer personen zich in het publieke debat waarbij wetenschappelijke bevindingen en berichtgeving daarover, in reguliere media, steeds meer ter discussie staan. Deze verschuiving maakt ook de samenleving – het brede publiek – voor NLR een belangrijke stakeholder.

Landen, bedrijven en mensen worden alsmaar nauwer met elkaar verbonden. Overal ter wereld willen wij gebruik kunnen maken van het internet. De wereld zoals we die beleven voelt kleiner. Tegelijkertijd is deze duurzaam ingericht en de economie krijgt een meer lokaal-georiënteerd karakter.

De eenduidige boodschap: *'What you see is what you get'* kunnen we in 2035 niet meer voor lief nemen. Het wordt steeds lastiger om desinformatie te onderscheiden van inhoud gebaseerd op feiten. Digitale veiligheid zal daarom ook een belangrijke rol spelen en kunstmatige intelligentie zal ons leven meer en meer gaan beheersen en gemakkelijker maken. Het meest geschikte moment om aan het werk te gaan en de manier waarop we het beste door het verkeer bewegen met autonome vervoers-middelen verandert. Ook het vliegverkeer verandert: vooral over korte afstanden wordt er minder gevlogen en wordt overgestapt op alternatieven. In 2035 zal Nederland één van de koplopers in hybride-elektrisch vliegen zijn, vliegt er een nieuwe generatie CO_2-neutrale vliegtuigen en zijn er praktische toepassingen op het gebied van drones en UAM.

We verwachten dat Nederland en de EU ook in 2035 vrij en democratisch zullen zijn. De veiligheid om dat te waarborgen is geen vanzelfsprekendheid en zal in 2035 waarschijnlijk nog meer onder druk staan. Cyberaanvallen en (digitale) beïnvloeding zullen verder toenemen. Maar ook nieuwe kinetische dreigingen spelen een belangrijke rol in het defensiedomein. Het is een uitdaging voor elk individu, elke organisatie, de gehele samenleving, om zich daartegen te verdedigen. De Nederlandse krijgsmacht zal daarin mee zijn ontwikkeld, als een flexibele en schaalbare krijgsmacht, die proactief op dreigingen kan reageren. Een krijgsmacht die kleinschalig en specialistisch kan optreden, maar indien nodig ook in groter verband samen met andere partijen. Defensie moet nóg beter in de verschillende domeinen (land, lucht, zee, ruimte, cyber- en informatiedomein) tegelijk kunnen opereren (multidomein) en dat samen met steeds wisselende civiele en militaire partners doen (geïntegreerd optreden). Niet alleen onze krijgsmacht zal zich wapenen tegen nieuwe bedreigingen van onze vrijheid en democratie. Onze veiligheid is een verantwoordelijkheid van de gehele samenleving: de overheid in alle departementen, EU, maar ook burgers en organisaties zullen daar in groeiende mate meer verantwoordelijkheid voor (moeten) gaan nemen.

In de ruimte wordt het in 2035 druk, veel drukker dan nu. De ruimte is in toenemende mate een omgeving voor levering van commerciële diensten met de daarbij behorende ruimte-infrastructuur voor lanceringen, aardobservatie (zoals *asset management*)

en communicatie (zoals *internet in the sky* en *internet of things* (IoT)). Ook wordt het ruimtedomein steeds meer gezien als machtsdomein van grootmachten. Dat belang zullen ze verdedigen. Botsingen tussen satellieten of met ruimtepuin zullen vaker gebeuren. De invloed hiervan is in 2035 duidelijk voelbaar, aangezien de samenleving nog meer afhankelijk zal zijn van diensten vanuit de ruimte dan nu. Volgens verwachting loopt het opstellen van verdragen om dat beter te regelen stroperig. De EU zal zich waarschijnlijk als machtsblok opwerpen, als voorvechter van duurzame ruimtevaart en verdragen om dat te regelen.

Welke rol spelen wij?

NLR speelt in Nederland op gebied van lucht- en ruimtevaart een voortrekkersrol als de verbindende schakel tussen wetenschap, bedrijfsleven, maatschappij en overheid. Als toegepast onderzoeksorganisatie hebben we een centrale positie in het valorisatieproces om kennis om te zetten in waarde. Daarbij is onze doelstelling dat het resultaat van ons onderzoek zijn weg vindt naar toepassingen in de maatschappij en economie om impact te maken. Dit maken we mogelijk door duurzaam te ondernemen, door kennis over schone oplossingen en veiligheid in en vanuit de lucht en de ruimte te ontwikkelen en deze toegankelijk te maken voor de lucht- en ruimtevaartsector. Samen met de Nederlandse luchtvaartindustrie leveren we zo een betekenisvolle bijdrage aan het behoud van een welvarende maatschappij en dragen we bij aan een schone, veilige en betere wereld van de toekomst. Daarnaast is onze kennis- en onderzoeks-infrastructuur onderdeel van een Europees netwerk als opmaat voor een verdere integratie van de Europese onderzoeksorganisaties op het gebied van lucht- en ruimtevaart. En in het defensiedomein zorgen we voor een nauwe verbinding met de kennis- en onderzoeksinfrastructuur van onze NAVO-partners.

3.2 Impact door strategische focus

NLR kiest voor drie thema's waar we onze impact op de lange termijn willen laten gelden. Daarbij stellen we onszelf concrete, ambitieuze doelen voor de komende strategieperiode.

Thema 1 - Duurzame luchtvaart

In Europa streven we naar een klimaatneutrale samenleving in 2050. Ook de luchtvaart draagt daaraan bij, de ambities van de sector zijn vastgelegd in de luchtvaartnota [1] en in *Destination 2050* [8].

Om een klimaatneutrale luchtvaart mogelijk te maken is het nodig om in te zetten op radicale innovaties, zowel op technologisch als op maatschappelijk vlak. Technologisch gezien zijn nieuwe voortstuwings-technologie, vliegtuigontwerpen en alternatieve brandstoffen van belang. Om de nieuwe technologieën maatschappelijk relevant te maken, moet de huidige infrastructuur worden aangepast. Dit houdt bijvoorbeeld in, dat er voldoende aanvoer is van klimaatneutrale brandstoffen op luchthavens. Maatschappelijk gezien moet er ook worden nagedacht over klimaatvriendelijkere vliegroutes, regelgeving, economische voorwaarden en gevolgen, en maatschappelijke acceptatie. Samen met de toonaangevende Nederlandse luchtvaartbedrijven, onderzoeksorganisaties en de overheid wil NLR tot 's werelds slimste en duurzaamste spelers in de luchtvaartsector behoren [4].

NLR heeft de ambitie om het mogelijk te maken dat de luchtvaart in 2050 klimaatneutraal is.

Showcase: in 2025 voeren we een bemande vlucht uit op vloeibare waterstof.
NLR laat de eerste stappen in deze nieuwe technologie concreet leiden tot een op waterstof uitgevoerde vlucht met ons elektrisch aangedreven onderzoeksvliegtuig. Dat betekent dat we in 2025 met de Pipistrel PH-NLX gemaakte stappen demonstreren in de maatschappelijke uitdaging van de verduurzaming in de luchtvaart. Naast de genoemde activiteiten is de ontwikkeling van nieuwe operationele concepten van belang om de transitie naar duurzame luchtvaart mogelijk te kunnen maken.

Thema 2 - Competitieve lucht- en ruimtevaart

De wereldwijde invloed van het COVID-19-virus op de luchtvaart is gigantisch. Hoe groot de langetermijneffecten zullen zijn voor de luchtvaartsector zal afhangen van het reizigersvertrouwen en snelheid waarmee de (wereld)economie herstelt. Eurocontrol verwacht dat het luchtverkeer in 2024 het niveau van 2019 bereikt [6]. De integrale aanpak van uitdagingen rondom leefomgeving, bereikbaarheid en duurzaam luchttransport stimuleert het ontstaan van nieuwe producten en markten, die de Nederlandse concurrentiepositie versterken. Er is echter nog veel toegepast onderzoek nodig om in 2035 een nieuw type passagiersvliegtuig in productie te nemen [1] en de luchthaveninfrastructuur daarop aan te passen. Dit geldt ook voor UAM en toekomstige militaire platformen.

NLR wil de Nederlandse luchtvaartindustrie in staat stellen om in 2035 een aandeel te hebben in bestaande UAM supply chains alsmede in de ontwikkeling en productie van het volgende generatie, emissiearme vliegtuig en in programma's voor de volgende generatie helikopters.

Showcase: op weg naar die toekomstige positie van de Nederlandse luchtvaartindustrie leveren wij in 2025 een technologie-demonstrator. Dit betreft een vervormende vleugelklep met geïntegreerde toestands- en conditiebewaking, waarmee de efficiëntie van een nieuw platform wordt verhoogd en onnodig onderhoud wordt voorkomen.

NLR wil met de luchtvaartsector en overheid oplossingen realiseren, waardoor de efficiëntie en de veerkracht van het luchtvaartsysteem sterk verbetert. Optimaal presterende *Airport Operations Control* en herziening van het luchtruim zijn nodig om tegen lagere operationele kosten en met hogere efficiëntie het vliegverkeer te kunnen afhandelen, ook in geval van verstoringen. Hiervoor zijn essentiële tussenstappen nodig in de periode tot 2025.

Showcase: NLR levert in 2025 bouwstenen voor een vernieuwd operationeel concept dat vaste naderingsroutes, de integratie van bemande en onbemande luchtvaart, en goed presterende *Airport Operations Control* mogelijk maakt.

NLR richt zich op het versterken van het Nederlandse ecosysteem van ruimtevaartbedrijven, zowel bedrijven die zich richten op de ruimtevaartinfrastructuur als ook bedrijven die zich richten op betrouwbare toegang tot en het gebruik van ruimtevaartdiensten. We richten ons daarbij op de snelgroeiende markt voor kleine satellieten, lanceerders, robuuste PNT-diensten (Positie, Navigatie en Tijd) en de toepassing van aardobservatie. Technologische innovaties kunnen in samenwerking met deze bedrijven in nationaal, ESA- en EU-kader ontwikkeld worden en naar de markt worden gebracht.

NLR stelt het doel om de goede positie van Nederlandse ruimtevaartindustrie op gebied van kleine satellieten, lanceerders en ruimtevaarttoepassingen te helpen uitbouwen met de ontwikkeling van onderscheidende technologisch hoogwaardige capaciteiten.

Showcase: in co-creatie met universiteiten en marktpartijen demonstreren we in 2025 de ontwikkeling van een hoge resolutie geminiaturiseerd instrument met *on-board* AI-gebaseerde *payload-dataprocessing* en een autonome dataverwerkingsketen. Deze showcase wordt gedreven door toepassing bij thema 3, draagt bij aan thema 2, en geeft invulling aan de doelstellingen van de interdepartementale missie 'Veiligheid in en vanuit de ruimte' onder de KIA Veiligheid.

Thema 3 - Veilige samenleving

Nederland moet voor zijn burgers een veilig land blijven om te wonen, te werken en te leven. Het tegengaan van dreigingen staat daarom als kerntaak centraal bij de beveiliging van de Nederlandse en Europese samenleving [14]. Digitalisering transformeert onze samenleving in razendsnel tempo. Samenwerking in het lucht- en ruimtedomein op nationaal en Europees niveau en binnen NAVO-verband, is daarom noodzakelijk om (potentiële) bedreigingen steeds een stap vóór te blijven: '*always ahead of the threat*'. In 2035 opereert onze technologisch hoogwaardige krijgsmacht met goed getraind personeel informatiegestuurd, adaptief en met verhoogde slagkracht. Onze krijgsmacht is daarbij in staat multidomein en geïntegreerd op te treden.

NLR ondersteunt de Nederlandse Defensie- en Veiligheidsoverheid bij verwerving, operationele inzet en de implementatie van haar visie en strategie. Dat doen we met een vooruitstrevende kennispositie voor de domeinen lucht en ruimte, en voor de inbedding van lucht- en ruimtecapaciteiten in informatiegestuurde, multidomein en geïntegreerde operaties. In samenwerking met industrie ontwikkelt NLR daarvoor ook hoogwaardige technologie.

Showcase: wij ontwikkelen concepten gericht op het versnellen en verbeteren van besluitvormingsprocessen in een goed beveiligde omgeving. In 2025 demonstreren we met ons *battle lab Future Air & Space Power*-concepten als deel van een multidomein informatiegestuurde organisatie.

Voor een veilige samenleving moet ook een veilige en gezonde leefomgeving gewaarborgd zijn en moeten de risico's van een transportsysteem voor burgers minimaal zijn. Vertrouwen in de overheid en zekerheid over de legitimiteit van geleverde diensten en producten vormen de hoeksteen voor het gevoel van veiligheid. NLR ondersteunt de Nederlandse luchtvaartsector en de overheid bij deze taak. Het is essentieel dat nieuwe ontwikkelingen, zoals elektrificering in de luchtvaart, de invoering van AI, drones in de bebouwde omgeving, op een veilige manier geoperationaliseerd worden. Hierbij moeten risico's herkend en gemitigeerd worden.

Bij veiligheid wordt onderscheid gemaakt tussen *safety* en *security*. *Safety* gaat over de onbedoelde, niet-moedwillig veroorzaakte gevaren voor mens en milieu met een natuurlijke of technologische oorzaak, zoals een overstroming, een grieppandemie of een ongeval in de chemische industrie. Bij *security* gaat het over gevaren die wel met opzet worden nagestreefd. [25]

NLR ondersteunt de Nederlandse Defensie- en Veiligheidsoverheid

Drone-experimenten om onbemande luchtvaart veilig mogelijk te maken

4. Strategische agenda

Na de verkenning van de strategische positie in hoofdstuk 2 en de uitwerking van strategische keuzes in hoofdstuk 3 staat in dit hoofdstuk uitgewerkt hoe we de ambities realiseren.

4.1 Mens & Organisatie

We zijn voor iedereen bij NLR en voor klanten een inspirerende organisatie die inspeelt op een veranderende omgeving. Het lerend vermogen is daarbij bepalend voor de wendbaarheid van de organisatie. Binnen het concept van de 'lerende organisatie' leggen we niet alleen focus op cultuur en leiderschapsontwikkeling, maar ook op talent-ontwikkeling én op een grotere diversiteit in de verschillende teams. Medewerkers met diverse opleidingen, achtergronden en ambities brengen verschillende soorten kennis, ervaringen en manieren van denken met zich mee. Dit zal het benutten van talenten en de creativiteit en innovatie ten goede komen, waarbij het belangrijk is dat onze medewerkers zich verbonden voelen met elkaar. We gaan daarom ons diversiteits- en inclusiviteitsbeleid verder ontwikkelen, onder andere door rolmodellen te omarmen binnen de organisatie.
NLR gaat in de komende strategieperiode zijn opleidingsprogramma voor talentontwikkeling doorzetten en tevens op leiderschapsontwikkeling inzetten. Daarnaast zal NLR nieuw HR-beleid opstellen voor feedback, presteren en ontwikkelen.

In het verlengde van het belang dat we hechten aan een diverse organisatie, hechten we ook veel waarde aan een inclusieve organisatie waarin iedereen zich welkom, gewaardeerd en gerespecteerd voelt. Als interne waarde hebben wij open en transparante communicatie al jaren hoog in het vaandel staan. Dat betekent dat wij daar naar (blijven) handelen, andere perspectieven omarmen en elkaar aanspreken indien we niet respectvol met elkaar omgaan.

Onze medewerkers, met hun veelal unieke kennis en ervaring, zijn ons belangrijkste kapitaal. Zij kennen de klanten, wisselen ideeën met elkaar uit en vertalen die naar praktische oplossingen voor onze klanten. Innovaties komen het beste tot wasdom in een inspirerende werkomgeving, een open cultuur, en door de dialoog in teamverband en in samenwerking met kennispartners in binnen- en buitenland. Op een meer organisatorisch niveau werken we verder aan een optimale kennisuitwisseling, zowel binnen de programma's, over de programma's als in relatie met de monodisciplinaire kennisontwikkeling. Dit omvat voor iedereen bij NLR - waar mogelijk en zinvol - een structurele ondersteuning bij het voortdurend leren en ontwikkelen. Omdat impact meer centraal staat, spreken en schrijven we onderling en via externe communicatie over de effecten van ons onderzoek ook in termen van impact, opdat de beoogde impact goed op het vizier blijft. In 2024 volgt er een evaluatie van de organisatiestructuur, nadat er twee jaar is gewerkt met de nieuwe programma's en de hierbij horende werkwijze. Naast het verduurzamen van de luchtvaart willen we ook NLR verder verduurzamen. NLR heeft hierin een voorbeeldfunctie. Tevens is dit een voorwaarde voor een innovatieve en aantrekkelijke werkgever. NLR heeft de laatste jaren geïnvesteerd in de verduurzaming van de huisvesting en het energieverbruik. De komende jaren leggen we intern de focus op anders reizen om zo de CO_2-uitstoot als gevolg van woon-werkverkeer en zakelijke reizen te verlagen.

Het *living lab* is een voorbeeld van een inspirerende werkomgeving, buiten de reguliere onderzoeks- en ontwikkelingskanalen binnen NLR. Het doel van dit *living lab* is het ontwikkelen van vaardigheden om te innoveren en om iedereen de kans te geven om te leren en te ervaren. Het biedt mentale en fysieke ruimte om te experimenteren en te navigeren op een breder, risicovoller en onzekerder scala aan technische, methodologische en leiderschaps-concepten.

4.2 Kennisbasis

De kennisbasis van NLR is georganiseerd in kennisgebieden (zie NLR-kennisgebieden pag. 46) om een focus op kennisopbouw, eenvoudige kennis-uitwisseling, minimale versnippering en intercollegiale toetsing van onderzoeksresultaten mogelijk te maken. Kennis wordt vraaggestuurd opgebouwd, maar ook op initiatief van NLR, om kennis in stand te

houden en te ontwikkelen om toekomstige vragen vanuit de industrie en beleidsvragen te kunnen beantwoorden. Projecten worden uitgevoerd door multidisciplinaire teams met leden uit relevante kennisgebieden, die de vereiste expertise inbrengen om de projectdoelen te bereiken.
NLR zal de kennis in typische lucht- en ruimtevaarttechnische disciplines actueel houden. Zonder deze kennis kan NLR niet bestaan. Daarnaast zal NLR kennis opbouwen buiten lucht- en ruimtevaarttechnische disciplines, zoals op het gebied van *data science*, *computer science*, AI, kwantumtechnologie en waterstoftechnologie. De kennis van deze disciplines en technologie is primair gericht op toepassing binnen lucht- en ruimtevaart. Niet-technische kennis, zoals op het gebied van psychologie en onderwijskunde, is al aanwezig binnen NLR en zal de komende periode nog steviger worden verankerd als aanvulling op onze technologische basis. Deze kennisopbouw is ingezet in de afgelopen strategieperiode en wordt doorgezet in de komende periode.
Het multidisciplinair onderzoek zal voornamelijk in programma's gebeuren waarbij de kennis, in samenwerking tussen verschillende kennisgebieden, wordt opgebouwd zoals beschreven in paragraaf 4.4.

4.3 Onderzoeksinfrastructuur

Zoals in paragraaf 2.1.3 is toegelicht, speelt de onderzoeksinfrastructuur van NLR een cruciale rol bij kennisopbouw en technologieontwikkeling voor de lucht- en ruimtevaart. Deze onderzoeks-infrastructuur moet ook voor de toekomst relevant blijven. Bij het overschrijden van technologische grenzen of het betreden van nieuwe gebieden ontstaan nieuwe vragen die niet afdoende met de bestaande researchinfrastructuur zijn afgedekt. NLR onderzoekt daarom allereerst of de gevraagde capaciteit bij kennispartners voorhanden is of dat uitbreiden, combineren of aanpassen van bestaande faciliteiten toereikend kan zijn.

De ontwikkelingen op het gebied van (onbemande en autonome) systemen voor het vervoeren van mensen en goederen in stedelijk gebieden, zoals beschreven in hoofdstuk 2, en de focus van NLR op duurzame luchtvaart, als één van de drie thema's zoals toegelicht in hoofdstuk 3, hebben geleid tot de keuze voor de ontwikkeling van het Mobiliteit en Infrastructuur Testcentrum (MITC) op het terrein van NLR in Marknesse. De toenemende digitalisering, in combinatie met de noodzaak tot verduurzaming,

INZET	PROGRAMMA'S								
NLR - ONDERZOEKS-FACILITEITENCLUSTERS	KLIMAATNEUTRALE LUCHTVAART	IMPACT OP MENS EN MAATSCHAPPIJ	VEILIGE EN CONCURRERENDE OPERATIE	ONTWIKKELING VAN LUCHT- EN RUIMTEVAARTUIGEN	OPERATIONELE BESCHIKBAARHEID	INFORMATIEGESTUURD OPEREREN	FUTURE AIR & SPACE POWER	ONBEMAND EN AUTONOOM	OPKOMENDE TECHNOLOGIEËN
AIR TRAFFIC SYSTEM-SIMULATOREN	X	X	X					X	X
MISSIESIMULATIEFACILITEITEN EN BATTLE LAB		X	X	X		X	X	X	X
LABORATORIUMVLIEGTUIGEN	X	X	X	X			X	X	X
AEROSPACE SYSTEMS FACILITEITEN	X	X	X	X		X	X	X	X
PROTOTYPEFABRICAGE- EN TESTFACILITEITEN	X			X	X			X	X
AERO- EN ENGINEERING TESTFACILITEITEN	X	X		X	X	X	X	X	X
WINDTUNNELS	X	X		X				X	

TABEL 1 INZET NLR-ONDERZOEKSFACILITEITENCLUSTERS IN PROGRAMMA'S

Kennisopbouw uit andere domeinen biedt nieuwe mogelijkheden

leidt tot grote uitdagingen op het gebied van mobiliteit. Het MITC faciliteert de overgang van testen en experimenteren naar toepassing en gebruik en draagt daarmee bij aan de beleidsdoelen van de overheid met betrekking tot het streven om 'Nederland testland' te houden en uit te bouwen naar toepassing van gebruik van *smart mobility*. Het MITC wordt in de komende strategieperiode samen met DNW en RDW ontwikkeld waarmee een innovatief en uniek cluster de mogelijkheid biedt voor de volledige keten van testen, certificeren en valideren op het gebied van mobiliteit en infrastructuur. De combinatie van kwalitatief hoogwaardige testvoorzieningen van NLR, DNW en RDW versterkt de koppositie van Nederland op het gebied van digitalisering en *smart mobility* en maakt het MITC-cluster onderscheidend.

De ontwikkeling van waterstof als brandstof voor luchtvaartuigen lijkt een veelbelovende optie op weg naar klimaatneutraliteit. In september 2019 heeft NLR een drone (de HYDRA) met waterstofaandrijving laten vliegen, bij het NLR-dronecentre in Marknesse, dat nog niet eerder in het Nederlandse luchtruim was vertoond. De drone vloog op gasvormige waterstof. NLR ontwikkelt het *hydrogen lab*, een faciliteit om het vliegen op vloeibare waterstof mogelijk te maken.

NLR werkt aan het *battle lab*, Cerebro, om Defensie te ondersteunen in haar ambitie om in 2035 informatiegestuurd te opereren, moderne trainings-concepten te adopteren en nieuwe tactisch operationele concepten in te voeren. Cerebro wordt een permanent beschikbare fysieke locatie bij NLR in Amsterdam. Met Cerebro kunnen concepten, doctrines, tactieken, procedures en technologieën voor lucht- en ruimtevaartoperaties en informatie-gestuurd opereren worden getest en geëvalueerd in een virtuele wereld. Cerebro kan gekoppeld worden aan systemen in de echte wereld en met andere *battle labs* bij overheid, TO2-instituten en industrie. Zodoende kunnen gezamenlijk grotere multidomein-studies uitgevoerd worden. In relatie met Cerebro wordt een F-35 en MQ-9-onderzoekssimulatie gebouwd.

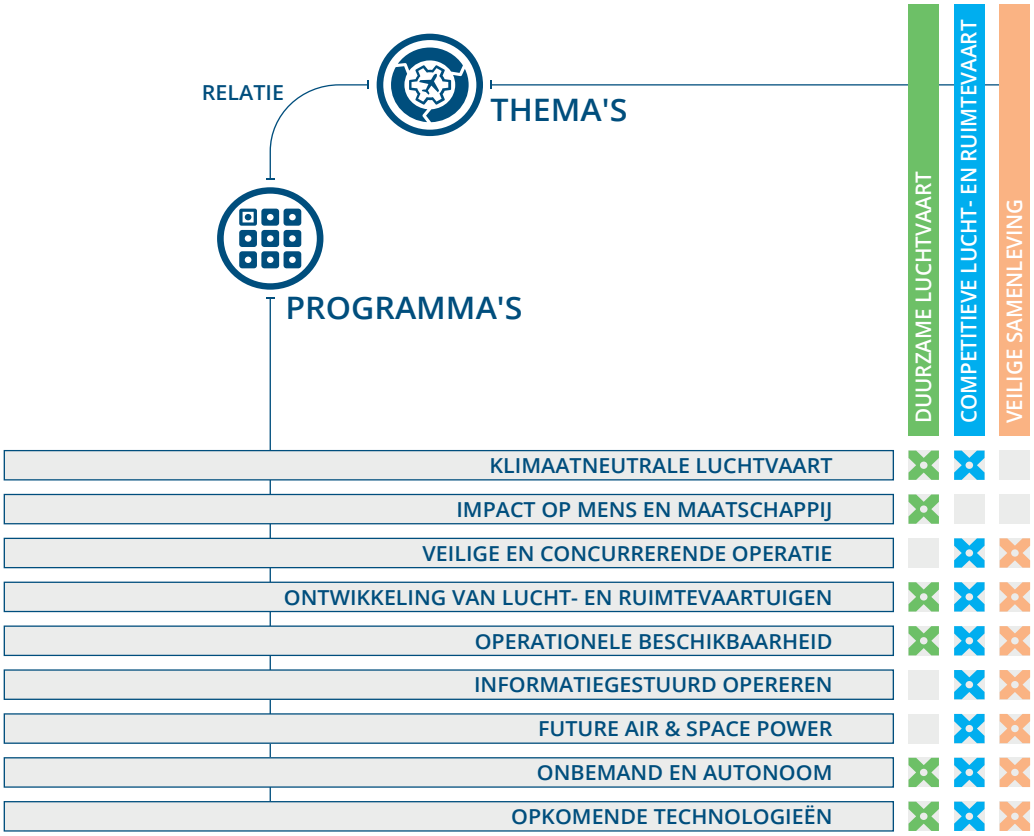
Gezien de grote maatschappelijke afhankelijkheid van de satellietnavigatiediensten positie, navigatie en tijd (PNT), kan de bijbehorende ruimte-infrastructuur (GPS en Galileo) met recht als nutsproduct worden gezien. Dit systeem heeft, net als alle infrastructuur, zijn kwetsbaarheden waardoor verstoring of onderbreking van deze diensten grote maatschappelijke consequenties kunnen hebben. De *Celeste - Position Navigation & Time RDT&E-suite* stelt NLR in staat om robuuste PNT te innoveren en testen voor luchtvaart, drones, defensie en veiligheid.

Naast bovengenoemde te ontwikkelen infrastructuur zal NLR de gedurende de strategieperiode ontstane behoefte aan nieuwe grote onderzoeksinfrastructuur afwegen op noodzaak en beschikbaarheid van financiering. Tevens onderzoekt NLR waar samenwerking met onze Europese partner-organisaties bijdraagt om op efficiënte wijze in onze infrastructurele behoefte te voorzien.

4.4 Werken in programma's

Om inhoudelijke invulling te geven aan de in hoofdstuk 3 genoemde strategische thema's en doelen, kiest NLR in de komende strategieperiode voor een programmatische aanpak. Hierin focussen we ons op de doelen in de drie thema's die er de komende tijd écht toe doen, die helpen de strategie van NLR te realiseren en waaraan onze medewerkers zich willen verbinden. In de komende jaren zal veel nieuwe kennis worden opgebouwd en kennis verder worden verdiept. Enerzijds blijven we dat doen binnen de al bestaande kennisgebieden zoals beschreven in paragraaf 4.2. Hierin wordt de kennisbasis gelegd. Anderzijds zal binnen een negental programma's, in samenwerking tussen kennisgebieden, kennis verder worden ontwikkeld in projecten. Deze negen programma's zijn zorgvuldig bepaald op basis van Nederlandse publieke en private stakeholder *roadmaps* en visies. De kennisbasis en ieder van de multidisciplinaire en divisie-overstijgende programma's dragen bij aan het realiseren van de doelstellingen van de drie thema's duurzame luchtvaart, competitieve lucht- en ruimtevaart en veilige samenleving. De doelstellingen van de programma's, die met onze stakeholders worden afgestemd, geven richting aan de kennisprojecten die we gaan uitvoeren.

Het programmamanagement wordt ingericht door middel van een regiegroep per programma. Binnen het programmamanagement vindt de afstemming van kennis- en technologieontwikkeling plaats op basis van een ecosysteembenadering. Alle stakeholders maken hiervan deel uit. Gericht op de realisatie van beoogde maatschappelijke impact worden voor de programma's *roadmaps* ontwikkeld die richting geven aan de onderzoeksactiviteiten in de tijd. Hierdoor worden de verbindingen zichtbaar tussen onderzoeks- en ontwikkelingswerkzaam-heden langs de gehele TRL-*range*. Een doelgerichte ontwikkeling van zo'n ecosysteem van kennispartners rondom ieder programma legt een stevige basis



TABEL 2 RELATIE PROGRAMMA'S EN THEMA'S

voor samenwerking en onderling vertrouwen en geeft daarmee toegang tot extern beschikbare kennis. Markgerichtheid en kennisgerichtheid, beide essentieel bij de ontwikkeling van *roadmaps*, zullen elkaar versterken. De *roadmaps* worden opgenomen in de uitvoeringsagenda. Hieronder staan de programma's kort toegelicht.

KLIMAATNEUTRALE LUCHTVAART

We dragen bij aan het klimaatneutraal opereren van de luchtvaart in 2050. Daartoe analyseren we het effect van veranderingen in zowel ontwerp en voortstuwingstechnologie van het vliegtuig, als in de operatie van en rond het vliegtuig. Klimaatneutraliteit verlangt dat we daarbij de hele keten van productie, gebruik en recycling in ogenschouw nemen met behulp van een *lifecycle-assessment* en dat de productie en operatie van het vliegtuig past in een circulaire economie. Verder willen we de luchtvaartsector beter laten begrijpen welke aspecten de grootste invloed hebben op klimaatverandering, welke impact klimaatverandering heeft op de sector en hoe ze zich daarvoor kunnen wapenen. Belangrijke elementen daarbij zijn broeikasgassen (CO_2 en non-CO_2), het ondersteunen van het stellen van klimaatdoelen en het monitoren en bijsturen daarvan middels beleid en regelgeving. NLR doet ook onderzoek naar de ontwikkeling van vliegtuigen die worden voortgestuwd door batterijen, waterstof en *sustainable aviation fuel* (SAF). Het programma draagt bij aan de maatschappelijke uitdaging om zo robuust mogelijk te zijn voor klimaatverandering, aan duurzame luchtvaart en betere concurrentiekracht van de Nederlandse luchtvaart.

IMPACT OP MENS EN MAATSCHAPPIJ

We ondersteunen luchthavens, luchtvaart-maatschappijen en overheden bij de maatschappelijke acceptatie van nieuwe technologische ontwikkelingen. Sociale innovaties worden steeds belangrijker. Het doel is de positieve impact van technologie op professionals, organisaties en op mensen in de maatschappij te vergroten. Daardoor weten organisaties en de maatschappij beter om te gaan met technologische ontwikkelingen. Wij onderzoeken nieuwe manieren om de luchtkwaliteit en geluidshinder door vliegtuigen te meten, de invloed van routes op hinder te duiden en hinder beperkende maatregelen in kaart te brengen. Het programma levert een positieve bijdrage aan de kwaliteit van leven van omwonenden rondom luchthavens en helpt overheden beter te adviseren. Door meer

inzicht in parameters voor kwaliteit van leven, verbeterde voorspelbaarheid van hinder en meer betrokkenheid van omwonenden door participatie en overlegstructuren draagt het programma bij aan grotere maatschappelijke acceptatie van drones, UAM en duurzame luchtvaart op nationaal en internationaal niveau, in lijn met Thema 1 – Duurzame luchtvaart.

VEILIGE EN CONCURRERENDE OPERATIE

Wij geven overheden, de lucht- en ruimtevaartsector en de samenleving inzicht in de gevolgen van veranderingen en de introductie van nieuwe technologieën zoals voor veiligheid, van operationele concepten, organisatie, regelgeving en toezicht op de veiligheid van de lucht- en ruimtevaart. Daarmee ondersteunen we een steeds veiligere civiele en militaire luchtvaart en een veilige samenleving. Wij dragen oplossingen aan om in luchtvaartoperaties de kosten per vliegbeweging te verlagen, de capaciteit van het luchtruim te vergroten en de betrouwbaarheid en veerkracht van luchtvaart-operaties te maximaliseren, binnen maatschappelijk aanvaardbare grenzen. En we onderzoeken voor het ruimtevaartecosysteem *Clean Space en Space Traffic Management* (STM) vraagstukken die snel aan prioriteit winnen in nationaal en internationaal beleid. Hiermee draagt NLR bij aan een betere concurrentiekracht van de Nederlandse luchtvaart-industrie op nationaal en internationaal niveau (Thema 2) en de veilige samenleving (Thema 3).

ONTWIKKELING VAN LUCHT- EN RUIMTEVAARTUIGEN

In de lucht- en ruimtevaart helpen we de maakindustrie, toeleveranciers, overheid en autoriteiten bij de ontwikkeling van innovatieve en geavanceerde avionica, systemen, materialen en constructies en bijbehorende fabricageprocessen, modellering, simulatie, *data analytics* en AI-methoden. Het doel is een korte *time to market* of *time to battlefield* tegen optimale kosten en slimme reconfigureerbare systemen. Wij ontwikkelen kennis en technologie waarmee Nederlandse bedrijven een aantrekkelijkere (toe)leverancier worden en/of blijven van luchtvaart- en ruimtevaart-OEM's. Het programma brengt innovaties, veelal aansluitend op de (inter)nationale duurzaamheidsdoelstellingen, naar overheid en bedrijven, voor meer bedrijvigheid en werkgelegenheid op het gebied van lucht- en ruimtevaart in Nederland. Hiermee draagt NLR bij aan een duurzame luchtvaart (Thema 1) en een betere concurrentiekracht (Thema 2) van de Nederlandse industrie in (inter)nationale context, en aan de beleidsuitvoering van de overheid.

OPERATIONELE BESCHIKBAARHEID

Wij ondersteunen Defensie en luchtvaart-maatschappijen, onderhoudsbedrijven en MRO-industrie met het ontwikkelen en toepassen van innovatieve oplossingen waarmee op effectieve, efficiënte en duurzame wijze onderhoud, inspecties en reparaties van vliegende platformen kunnen worden gepland en uitgevoerd. We werken toe naar erkenning als expertisecentrum op vliegtuig-onderhoud en vlootvervanging en op duurzame materialen en coatings in vliegtuigonderhoud. We werken aan geaccepteerde technieken en procedures voor composietreparaties, inspectietechnieken, onderhoudsconcepten voor elektrisch vliegen, op AI-gebaseerde onderhoudsoptimalisatie en autonome visuele vliegtuiginspectie. Hiermee draagt NLR bij aan duurzame luchtvaart (Thema 1), een betere concurrentiekracht van de Nederlandse industrie op nationaal en internationaal niveau (Thema 2) en de veilige samenleving (Thema 3).

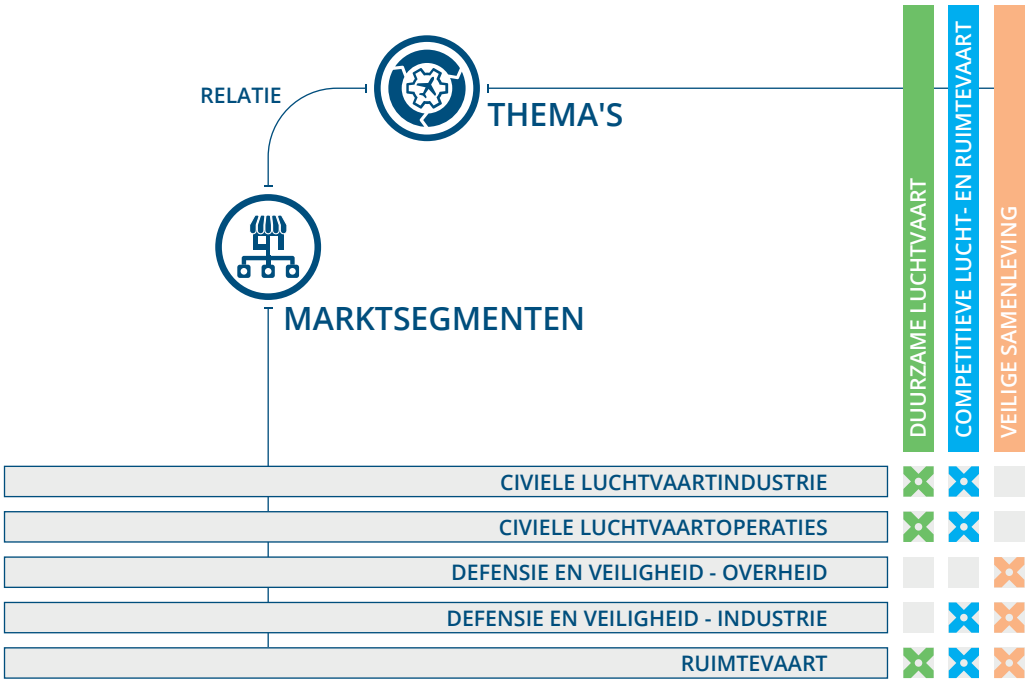
INFORMATIEGESTUURD OPEREREN

We dragen oplossingen aan voor de ministeries van Defensie en Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en voor JenV die hen verdergaand in staat stellen om informatiegestuurd te opereren. Dat doen we primair vanuit onze focus op de domeinen lucht en ruimte. We ondersteunen het ministerie van Defensie, in het bijzonder het Commando Luchtstrijdkrachten (CLSK), met het verder in- en doorvoeren van de door haar gewenste informatiegestuurde organisatie. Informatiegestuurd opereren (IGO) vraagt om een gezaghebbende informatiepositie en een multi-domein geïntegreerde aanpak, wat ook een multidomein geïntegreerde samenwerking met partners vraagt op kennisopbouw en ontwikkeling van concepten, technieken, en toepassingen. Interdepartementaal wordt dat ingevuld via de kennis- en innovatieagenda (KIA) Veiligheid, waar JenV, Defensie en ook Buitenlandse Zaken (BZ) gezamenlijk behoeftes inbrengen. Ook blijven we IenW ondersteunen vanuit onze kennis met haar agenda voor anders omgaan met data. Hiermee draagt NLR bij aan een veilige samenleving (Thema 3) en een betere concurrentiekracht van de Nederlandse industrie op nationaal en internationaal niveau (Thema 2).

FUTURE AIR & SPACE POWER

We dragen oplossingen aan voor de ministeries van Defensie en JenV zodat ze hun taken effectief kunnen uitvoeren, en de inzetgereedheid van de manschappen en de weerbaarheid tegen nieuwe dreigingen in het lucht- en ruimtedomein kunnen

Verbeteringen van MRO voor een veilige en concurrerende luchtvaart



TABEL 3 RELATIE MARKTSEGMENTEN EN THEMA'S

verhogen. Hiermee verbeteren we de adaptiviteit en slagkracht van de krijgsmacht, veiligheidsdiensten en politie en maken we de samenleving veiliger. Naast kennis van de eigen systemen en operaties ligt de focus op kennis van dreigingssystemen en -technologie, de bijbehorende tegenmaatregelen en op opleiding en training. Een optimaal getraind personeelsbestand stelt de overheid in staat te anticiperen op de veranderende buitenwereld. Hiermee draagt NLR bij aan een veilige samenleving (Thema 3).

ONBEMAND EN AUTONOOM

We bieden ondersteuning bij de ontwikkeling, implementatie en maatschappelijke acceptatie van onbemande en/of autonome luchtvaart. NLR focust op de maatschappelijke uitdagingen van slimme en duurzame (onbemande en autonome) mobiliteit, rekening houdend met veiligheid en minimale hinder. We helpen de Nederlandse en Europese stakeholders om onbemande luchtvaart veilig en met draagvlak te implementeren en commerciële kansen te benutten en ondersteunen de opkomst van Nederlandse fabrikanten op gebied van drones en UAM. Daarmee draagt NLR bij aan de maatschappelijke uitdagingen voor vergroting concurrentiekracht (Thema 2), behoud veiligheid (Thema 3) en minimale hinder (Thema 1).

OPKOMENDE TECHNOLOGIEËN

NLR investeert in technologieën van de toekomst die over de breedte van NLR, binnen de drie thema's en de hierboven beschreven programma's, toepasbaar zijn en die een enorme impact kunnen gaan hebben op de manier waarop we leven, leren, werken en produceren. We verkennen, selecteren, kiezen en voeren strategische opties voor kennisontwikkeling uit voor de lucht- en ruimtevaart. Deze kennis komt steeds vaker uit andere domeinen, die we vooral in samenwerking met partners in die domeinen willen opdoen. We hebben aandacht voor virtualisering, digitalisering, automatisering, AR/VR, (*explainable*) AI inclusief *machine learning* en *deep learning*, *distributed ledger technology* zoals *blockchain* en *advanced data analytics*. Via *technology watch* worden nieuwe opkomende technologieën doorlopend gevolgd en beoordeeld op toepassing binnen de lucht- en ruimtevaart.

4.5 Benadering van de markt

Om onze kennispositie te behouden of versterken zijn (inter)nationale opdrachten van overheden en industrie van vitaal belang. Ruim 75% van onze omzet komt uit contractonderzoek wat volledig door opdrachtgevers wordt betaald. We richten ons op vijf marktsegmenten, die net als de programma's invulling geven aan de doelen van de drie thema's. In tabel 3 staan de marktsegmenten kort toegelicht.

CIVIELE LUCHTVAARTINDUSTRIE

Binnen de luchtvaartindustrie zijn de belangrijkste doelgroepen de maakindustrie en de MRO-industrie. Voor beide groepen is een duurzame, effectievere en flexibelere bedrijfsvoering van belang. Verlagen van de productiekosten en daarmee productkosten, vergroten van het aanpassingsvermogen en vergroten van de duurzaamheidscomponent over de hele levenscyclus is en blijft het dominante thema voor de industrie en voor NLR in Thema 2 – Competitieve lucht- en ruimtevaart. Een kosten-reductie is te realiseren door:

1. verlaging van de kosten voor ontwerp en productie, certificering en testen;
2. flexibilisering van de bedrijfsprocessen; en
3. automatisering van het productie- en onderhoudsproces.

Bij alle drie van deze manieren van kostenreductie is het van belang dat duurzaamheid en circulariteit een essentiële component van het proces vormt. Het doel om te komen tot een klimaatneutrale luchtvaart, zoals beschreven in Thema 1 – Duurzame luchtvaart, geeft de juiste stimulans om gebruik te maken van nieuwe materialen, nieuwe productiemethoden, andersoortige aandrijving, operatie en revolutionaire vliegtuigontwerpen.
Het gaat hierbij niet alleen om de traditionele vliegtuigbouwers, maar ook om de nieuwe spelers op gebied van UAM-concepten, zowel binnen als buiten Europa.

De luchtvaartmaakindustrie is in essentie de eerste stap in de productieketen van de verduurzaming van de luchtvaart. Deze heeft die rol door het ontwerpen en bouwen van de luchtvaartuigen die deze duurzaamheidselementen met zich dragen. NLR speelt in op deze behoeften door over alle relevante onderzoeksonderwerpen met de marktpartijen in gesprek te blijven.
Om goed aangesloten te blijven bij de maakindustrie en MRO-industrie zal NLR een proactieve rol blijven spelen in samenwerkingsverbanden en grote projecten binnen de (inter)nationale civiele luchtvaartindustrie. Het Nederlandse mkb is een belangrijke focus voor NLR in dit domein.

CIVIELE LUCHTVAARTOPERATIES

Binnen de civiele luchtvaartoperaties zijn de belangrijkste klantsegmenten luchtvaart-maatschappijen, luchtverkeersleiding, luchthavens en regelgevende instanties en overheden. Voor deze groep van stakeholders zijn het herstel van de winstgevendheid, kostenreductie, duurzaamheid en veiligheid van groot belang. Daarom zal NLR zich vooral richten op innovaties die op de kortere termijn kostenbesparingen of duurzaamheidswinst opleveren en tools om verder grip te krijgen op huidige en toekomstige duurzaamheidsprestaties in lijn met Thema 1 - Duurzame luchtvaart en Thema 2 - Competitieve lucht- en ruimtevaart.

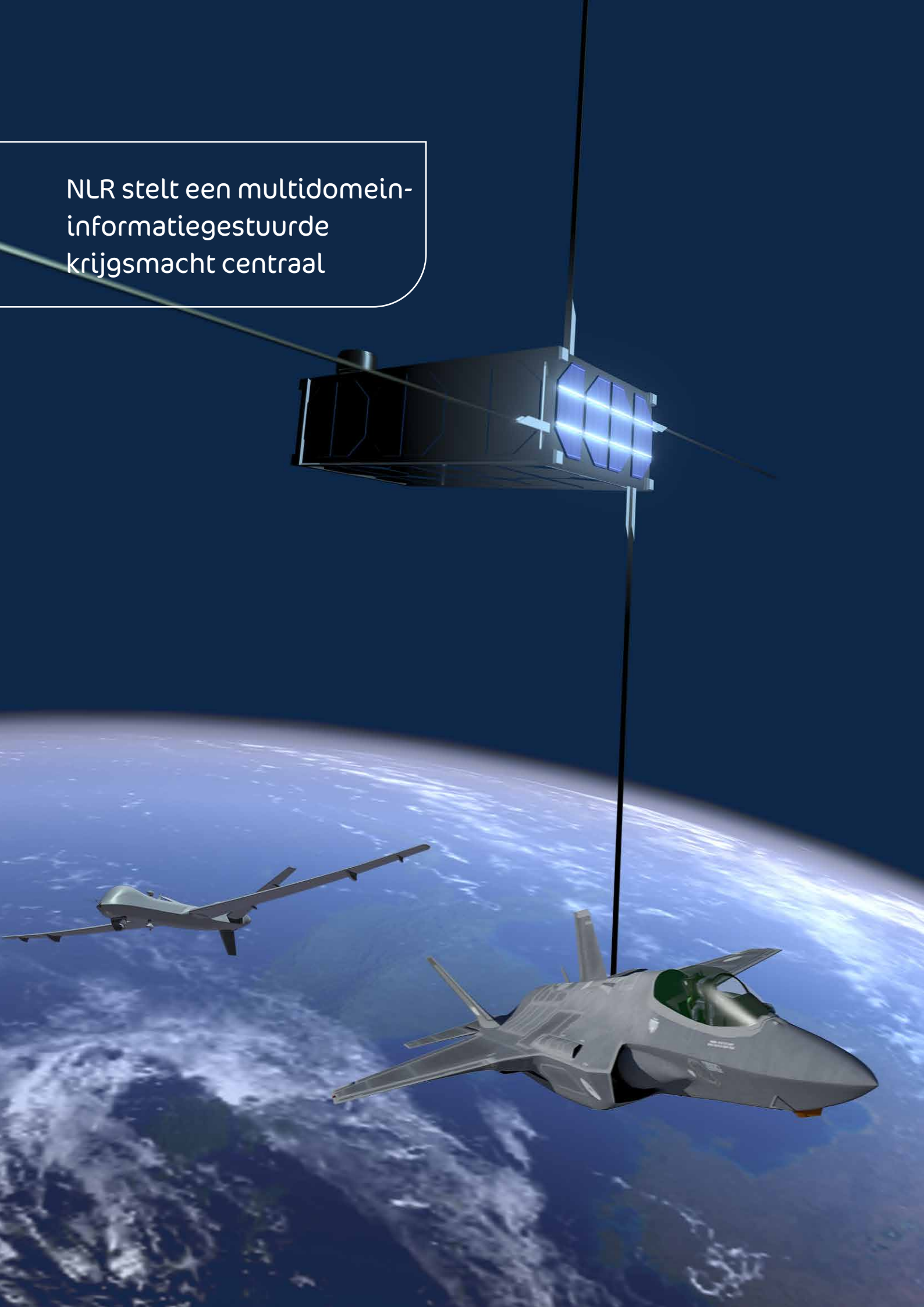
NLR kan ondersteuning bieden bij de introductie van kostenbesparende technologieën, nieuwe vormen van dienstverleningen, kennis, ervaring, producten en diensten op het gebied van duurzaamheid. We richten ons op innovaties en advisering voor de verduurzaming van civiele luchtvaartoperaties om klimaatdoelstellingen te kunnen behalen, voor lagere belasting op de omgeving, en efficiënte en veilige operatie. Om de verduurzaming mogelijk te maken is de transitie naar een efficiënte en effectieve afhandeling van vluchten met hybride/elektrische vliegtuigen van groot belang. Internationaal gezien benutten we daarvoor vooral het ACI-netwerk (*Airport Council International*), en werken we samen met onze partners. In verband met de Europese klimaatdoelstellingen heeft NLR veel kennis, ervaring, producten en diensten in huis om de klanten-segmenten binnen de civiele luchtvaartoperaties te helpen.

De marktbenadering voor regelgevende instanties en overheden is meer gefocust op de relatie door deel te nemen in werkgroepen en commissies en door een actieve rol te spelen in de coördinatie tussen EASA en de Europese Onderzoeksinstituten. Naast EASA zullen wij ons richten op het intensiveren van de interactie met nationale CAA's (*Civil aviation authorities*) zoals – in de eerste plaats – ILenT in Nederland, en daarnaast de *regulators* van de VS, Singapore, Zuid-Korea, en Zwitserland en *regulators* die worden geconfronteerd met nationale goedkeuring en toezicht op nieuwe technologie en nieuwe trainingsmethoden.

DEFENSIE EN VEILIGHEID - OVERHEID

NLR zal in deze markt de langdurige strategische relatie met Defensie verder versterken met als doel dat Defensie haar visie en strategie kan realiseren. Defensie zal de komende periode hoogwaardige systemen in gebruik gaan nemen, maar zich ook richten op het beschermen van onze veiligheid in de nieuwe erkende domeinen: *cyber* en *space*. Daarbij staat een technologisch hoogwaardige en multidomein-informatiegestuurde krijgsmacht centraal. NLR biedt zijn kennis, kunde en technologie aan voor de gehele levenscyclus van systemen, zij het bij het opstellen van eisen, de operationele testen en evaluatie, vliegveiligheid, operatiën, verbeteringen of inzetgereedheid.

NLR stelt een multidomein-informatiegestuurde krijgsmacht centraal



De KIA Veiligheid is een agenda die inter-departementaal is opgesteld samen met onderzoeksorganisaties en marktpartijen. Daarbij treden Defensie en JenV gezamenlijk op als behoeftestellende departementen en raakt ook BZ betrokken. Op deze basis intensiveert de relatief nieuwe relatie met JenV en gaat NLR ook zijn relatie met BZ uitbreiden. Gedreven door operationele overheidsbehoeftes worden nieuwe producten en diensten ontwikkeld met het betrokken marktecosysteem. Vanuit nationale defensie- en veiligheidbehoeftes ontwikkelen we met die bedrijfspartners de internationale marktpositie. Dat gebeurt ook ten gunste van een zelfredzaam Europa middels participatie in het EDF.

Internationaal werkt NLR veelal op basis van overheidssamenwerkingen, vaak met NAVO- en/of EU-leden, op bilaterale of multilaterale basis. Regelmatig wordt daarbij samengewerkt met onderzoeksorganisaties en marktpartijen uit samenwerkende landen of ook direct met de betreffende overheden.

DEFENSIE EN VEILIGHEID - INDUSTRIE

De Defensie- en veiligheidsindustrie kent een zeer beperkt gelijk speelveld. Grotendeels maakt de nationale industrie en onderzoeksorganisaties alleen kans in programma's waar de krijgsmacht aan deelneemt ten behoeve van de materiële behoeftestelling. Door het ontbreken van een zelfscheppende vliegtuigindustrie is de nationale industrie dus toegewezen op Nederlandse deelname aan internationale programma's.
NLR richt zich op zowel de Nederlandse defensie-industrie in de toeleveringsketen als bij de internationale OEM's. NLR zal bij relevante ontwikkelingsprogramma's aangesloten blijven ten behoeve van behoud en uitbouw van de Nederlandse kennisbasis. Er zal nauw worden samengewerkt met internationale OEM's, toeleveranciers en gebruikers om een substantiële rol te kunnen spelen in de gehele levenscyclus van platformen en systemen. Daar zullen we onder andere inzetten op *capability development* en op technologie ten behoeve van kostenreductie zoals beschreven onder civiele luchtvaartindustrie. Deze positie stelt NLR in staat noodzakelijke militaire technologische kennis te behouden, waarmee we samen met de Nederlandse industrie Defensie kunnen ondersteunen in haar rol van 'slim kopen' tot 'mee ontwikkelen' tijdens de verwerving van nieuw materieel. Daarmee geven we invulling aan Thema 3 – Veilige samenleving. Naast het veiligheidsbelang dient NLR hiermee ook het economisch belang, door de Nederlandse industrie te versterken met opgebouwde kennis in de waardeketen van militaire platformen, in lijn met Thema 2 - Competitieve lucht- en ruimtevaart.

RUIMTEVAART

NLR richt zich primair op het versterken van het Nederlandse ecosysteem van ruimtevaartbedrijven en een betrouwbare toegang tot de vitale ruimte-infrastructuur. NLR bouwt zijn positie in de civiele ruimtevaartmarkt in de komende strategieperiode verder uit. Hiertoe investeert NLR in zijn portfolio en in relaties en netwerken zowel in Nederland, bij ESA als in Europa. Ook zoekt NLR meer de samenwerking op met universiteiten en hoge scholen om het portfolio met nieuwe innovaties uit te breiden. Het NLR-productportfolio voor ruimtevaartoepassingen richt zich op PNT-diensten en aardobservatie. En het NLR-portfolio voor ruimtevaart-infrastructuur richt zich op technologie voor lanceerders en kleine satellieten. Het verder op te bouwen *track record* in het militaire ruimtevaartdomein zet NLR in om ruimtevaartbedrijven te ondersteunen in de civiele markt.

De ontwikkeling van het ruimtevaartecosysteem richt zich steeds meer op de meerwaarde voor de samenleving. Daar zal het Nederlandse ruimtevaartbeleid ook in mee gaan ontwikkelen is de verwachting, onder andere gebaseerd op het Dialogic-rapport 'Brede verkenning toegevoegde waarde ruimtevaart voor Nederland' [19] en de heroriëntatie van de brancheverenigingvoor ruimtevaart, SpaceNed. NLR heeft een uitgebreide kennisbasis op beleidsterreinen van IenW en Defensie. Meer recent is daar ook JenV bijgekomen. Dat maakt NLR een natuurlijke kennispartner voor de overheid en in de driehoek met de markt. Specifieke kennis over toepassingsdomeinen en ruimtevaarttechnologie zijn beschikbaar voor kundig en onafhankelijk advies.

Door een sterk nationaal beleid en samenwerking kan Nederland zijn positie internationaal versterken, meer vruchten uit Europese fondsen plukken en zorgen voor economische groei door een groeiende marktpositie. Daar maakt NLR zich sterk voor.

4.6 Benadering van externe stakeholders

OVERHEID

Voor IenW, EZK en het ministerie van Defensie zijn wij met onze unieke kennis een langdurig strategisch partner. Voor elk departement ontwikkelen we specifieke technologieën en faciliteiten en geven we

invulling aan de kennisagenda's. Met onze drie thema's dragen wij bij aan het oplossen van maatschappelijke vraagstukken uit het MTIB, in het bijzonder KIA Veiligheid, KIA Sleuteltechnologieën en deel-KIA Toekomstbestendige mobiliteitssystemen. Als onderzoeksorganisatie hechten wij er namelijk belang aan om vanuit onze onafhankelijke positie ook de maatschappij en haar burgers als onze stakeholder te beschouwen.

Het strategisch partnerschap met de Koninklijke Luchtmacht willen we verder uitbouwen. Met onze diepgaande kennis van het gehele luchtdomein willen we bijdragen aan het realiseren van de ambities van Defensie en specifiek de Luchtmacht in de transitie naar de vijfde generatie luchtmacht. Onze kennis en ervaring die we voor de Luchtmacht inzetten, kent al vele jaren spin-off naar het land- en zeedomein. We brengen deze kansen versterkt onder de aandacht bij de andere krijgsmachtdelen. Via het MTIB is meerwaarde ontstaan om ook met JenV strategische samenwerking te ontwikkelen. Zij zijn daartoe inmiddels aangesloten bij de NLR-taakgroep, adviesraad en adviescommissies. NLR heeft de ambitie om structureel meerwaarde voor JenV te leveren en dat de onderzoeksportefeuille van NLR daarvoor uitgebreid wordt. NLR gaat daarover verder in gesprek met JenV en het penvoerend ministerie EZK. Recent heeft ook BZ een ruimteveiligheidsbeleid geïntroduceerd en is aansloten bij het betreffende onderdeel van het MTIB. NLR zal beleidsdepartementen met een nieuw belang in lucht- en/of ruimtevaart actief benaderen. Ruimtevaart verdient extra aandacht om beter aan te sluiten bij het formuleren van het (nationale) beleid, NSO, ESA-ESTEC en de NL Space campus in Noordwijk. Wij gaan onze relatie met ministeries en operationele diensten versterken. Daarbij trekken we nauw op met SpaceNed en daarmee het Nederlandse ruimtevaartecosysteem.

BEDRIJFSLEVEN

Extra aandacht heeft ook de intensivering van onze samenwerking met het bedrijfsleven, in bijzonder met het mkb (midden- en kleinbedrijf), en brancheorganisaties in publiek-private samenwerking (PPS)-verband, in fieldlabs, in kennisoverdrachtevents. Een jaarlijks uit te zetten mkb call is gericht op het toegankelijker maken van onze kennis en grote onderzoeksfaciliteiten. Het MTIB stimuleert het ontwikkelen van strategische ambities in ecosystemen van overheden met behoeftes, bedrijven met innovatieve oplossingen en onderzoeksorganisaties die met kennis en technologie kunnen verbinden. Hierbij gaan we ook waar nodig samenwerken buiten de lucht- en ruimtevaartecosystemen om de doelstellingen in de lucht- en ruimtevaart samen versneld mogelijk te maken, bijvoorbeeld binnen het ecosysteem composieten. NLR zet zich actief in om vanuit de gezamenlijk neergelegde ambities in missies binnen de Kennis- en Innovatieagenda's in PPS verband sterke waardeproposities neer te leggen voor steun door economische stimulerings-instrumenten in Nederland, binnen en buiten Europa. Buiten Europa bereiden we de weg voor, voor de lucht- en ruimtevaartsector. Als de bodem eenmaal gelegd is, kunnen we samen in die markt opereren. Tevens zorgen we met mondiale opdrachten dat we onze kennispositie op peil houden, waarmee we de Nederlandse bedrijven kunnen blijven ondersteunen.

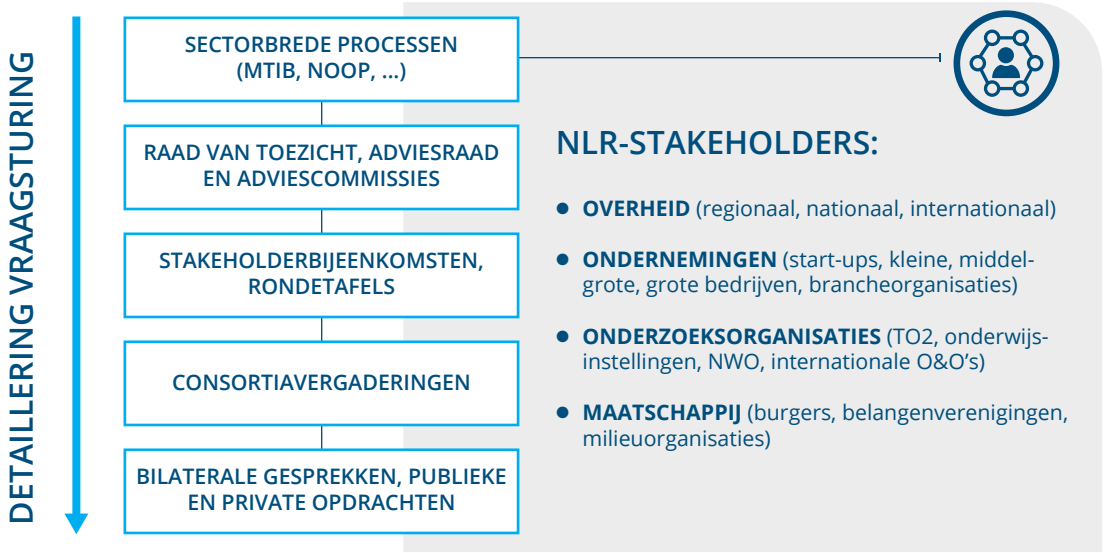
ONDERZOEKSORGANISATIES

NLR vormt, net als de andere TO2-instituten, de schakel tussen kennis en toepassing. Elk instituut heeft een toegesneden portfolio en netwerk en werken op een aantal terreinen nauw samen, met actieve ondersteuning vanuit EZK [23]. NLR hecht veel waarde aan deze samenwerking. Zo worden in TO2-verband *best practices* gedeeld en vindt afstemming plaats over werkwijzen. Van groot belang is het bevorderen van cross-sectorale toepassingen. Verder vinden de TO2-instituten elkaar in de gezamenlijke programmering binnen het MTIB. Een voorbeeld hiervan is de ambitie van NLR, TNO en de ministeries van JenV en Defensie om met het ecosysteem ruimtevaart een meerjaren-programma *Grondgebonden Situational Awareness* op te zetten binnen de missie Veiligheid in en vanuit de ruimte van de KIA Veiligheid.

NLR wil actiever samenwerken en kennis uitwisselen met nationale en internationale kennispartners om onze verbindende rol te versterken tussen academische kennis met laag TRL-technologie-ontwikkeling en nieuwe marktwaarde of overheidsbehoeftes. We willen in verbinding staan met kennispartners buiten het lucht- en ruimtevaartdomein, om te leren hoe hun kennis toegepast kan worden binnen ons domein en onze kennis te delen met hen. NLR heeft de ambitie om meer promotieonderzoeken in samenwerking met wetenschappelijke instituten in te vullen. Daarvoor zal NLR ook financiële steun van OCW en Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) vragen voor het mogelijk maken van deze promotieonderzoeken. Zo wordt academische wetenschap en laag TRL-onderzoek nog sterker verbonden aan marktkansen en overheidsbehoeftes.

Samenwerking in Europees verband wordt steeds belangrijker. Wij voorzien het mogelijk ontstaan van

Samenwerking in Europees verband wordt steeds belangrijker



FIGUUR 1 NIVEAUS VAN VRAAGSTURING

een Europees lucht- en ruimtevaartonderzoeks-centrum met nationale vestigingen en specialisaties. NLR staat positief tegenover deze mogelijke ontwikkeling. Op basis van de lange samenwerking met het Duitse DLR zal NLR aan DLR voorstellen hierin samen op te trekken. Tevens zal NLR een grote rol spelen in het Europese ACARE, waar sector-breed gesproken wordt over doelstellingen en onderzoeksprioriteiten. De update van het *FlightPath 2050*-document verdient hierbij bijzondere aandacht. Daarnaast gaat NLR door met het versterken van sterke trans-Atlantische en NAVO-banden.

MAATSCHAPPIJ

Als onafhankelijke onderzoeksorganisatie hechten wij veel belang aan de maatschappij en haar burgers als onze stakeholder. Sociale media en discussieforums hebben ons als burger direct toegang gegeven tot het publieke en politieke debat en de journalistiek als vertegenwoordigers van de mainstreammedia een bron van nieuws en achtergrondinformatie. Dit biedt ons de mogelijkheid om nog nadrukkelijker resultaten van ons onderzoek en de verwachte impact die dat heeft op de maatschappij en economie te delen. We gaan als onafhankelijke organisatie (waarbij we ons niet door anderen laten leiden bij de opzet, uitvoering en rapportage van ons onderzoek) daarnaast ook een actieve rol spelen in het debat over verduurzaming van de luchtvaart en in het debat over de beleidsontwikkeling ruimtevaart. Op basis van onze expertise en kennispositie zijn we in staat effecten van nieuwe ontwikkelingen te duiden en in perspectief te plaatsen. Hiervoor is het nodig dat we onze politieke en maatschappelijke aanwezigheid verder vergroten.

VRAAGSTURING VOOR ONDERZOEK

NLR heeft dagelijks contact met stakeholders op alle werkniveaus. Deze contacten vormen de basis voor de vraagsturing en afstemming van het onderzoek dat NLR uitvoert. NLR onderscheidt diverse niveaus waarop die vraagsturing plaatsvindt. Op het hoogste niveau gaat het om sectorbrede processen, zoals het opstellen van KIA's in het kader van het MITB en het opzetten van een nationaal onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma (NOOP), waar de hele sector op hoofdlijnen input voor levert. Eén detailniveau daaronder zijn de NLR-raad van toezicht, adviesraad en -commissies, waar overheid, industrie, mkb en universiteiten in vertegenwoordigd zijn en richting geven aan het langetermijnonderzoek van NLR, op alle TRL-niveaus waar NLR werkzaam is (typisch TRL 3 – TRL 8). Stakeholderbijeenkomsten en 'rondetafels' worden gebruikt om met stake-holders in dialoog te gaan. Als projecten eenmaal lopen, dan vindt vraagsturing plaats via consortiavergaderingen van projecten en via bilaterale gesprekken met projectpartners en opdrachtgevers. Dit is tevens het diepste niveau van vraagsturing.

De directe verbindingen en overleggen met de Nederlandse stakeholders zijn essentieel voor de vraagsturing van het NLR-onderzoek.

In Nederland werkt NLR samen met andere TO2-instituten aan oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen, zoals veiligheid en klimaatverandering, en aan de versterking van de concurrentiekracht van het Nederlandse bedrijfsleven. Internationaal heeft NLR sterke banden met onder andere EREA, ESRE, IFAR en GARTEUR omdat lucht- en ruimtevaart bij uitstek internationale samenwerking vereist. Specifiek met DLR bestaat er een jarenlange structurele samenwerking via DNW en het AT-One-consortium.

Universiteiten zijn essentiële samenwerkingspartners voor NLR. Op het niveau van de NLR-afdelingen is regelmatig contact met meerdere vakgroepen van vele universiteiten. In de komende strategieperiode wordt een bedrijfsstrategie hiervoor uitgewerkt aangezien er bij de afdelingen de wens leeft om de relaties met de universiteiten verder te versterken.

4.7 Financiën

We hebben een robuuste financiële organisatie nodig om onze doelstellingen op de korte en lange termijn te behalen. Dit doen we zonder winstoogmerk, maar met voldoende ruimte voor investeringen in kennis- en productontwikkeling en technologische infrastructuur.

FINANCIEEL ROBUUST

De solvabiliteit van de organisatie moet op orde zijn om financiële continuïteit te waarborgen. De omzetgroei moet minimaal gelijke tred houden met de inflatie. Daarnaast moeten we borgen dat er sprake is van een goede afstemming tussen de hoeveelheid werk en de beschikbare capaciteit, waarvoor we de orderintake op peil moeten houden. We anticiperen als toegepast onderzoeksorganisatie op marktontwikkelingen en vragen vanuit de departementen. Hierbij houden we in het oog dat kennisgebieden een minimale kritische massa behouden.

VOLDOENDE INVESTERINGSRUIMTE

Om voldoende investeringsmogelijkheden te hebben om ook in de toekomst relevant te blijven, moet er voldoende financiële ruimte zijn om in faciliteiten te kunnen blijven investeren. Samen met de overheid gaan we op zoek naar het verruimen van de middelen om de infrastructuur in stand te houden en om te investeren in noodzakelijke vernieuwing (met name digitalisering) op de middellange termijn. De Europese en Nederlandse overheden hebben een aantal nieuwe financieringsinstrumenten in het leven geroepen, zoals het EU *Recovery and Resilience Fund*, het Nationaal Groeifonds en de R&D-regeling voor de mobiliteitssectoren, die mogelijkheden bieden om invulling te geven aan wensen uit onze meerjarige investeringsagenda. In licht van de vele kansen die zich met de nieuwe programma's en steunpakketten voordoen, staat NLR open voor groei.

TOENEMENDE MATCHINGBEHOEFTE

Ruim 75% van onze omzet komt uit contractonderzoek wat volledig door opdrachtgevers wordt betaald. De overige 25% genereren we met onderzoek dat wordt betaald met overheidsfinanciering. Vanuit de rol die wij als toegepast onderzoeksinstituut vervullen is het van belang dat de financiering van onze kennisbasis op peil blijft, zodat we ook in de toekomst relevant en impactvol blijven. We verwachten in de komende jaren echter een toenemende matchingbehoefte om blijvend te kunnen participeren in nieuwe nationale en Europese programma's. We zullen hierover in overleg gaan met ons penvoerend ministerie EZK.

Met blik op de toekomst
werken we aan een betere
wereld van morgen

Nawoord

Het NLR-strategieplan 2022-2025 is met grote zorgvuldigheid opgesteld met dank voor de nauwe betrokkenheid aan onze medewerkers als wel aan de Raad van Toezicht, ministeries, de Adviesraad en Adviescommissies. Al hun bijdragen zijn bijzonder waardevol geweest voor de uitwerking van dit plan. Daarnaast is het evaluatierapport van de EMTO-commissie van belang geweest. Hun aanbevelingen zijn ter harte genomen.

Het is belangrijk dat we goed blijven samenwerken met overheden, bedrijven en onderzoeksorganisaties, waarbij we ons bewust zijn van het sentiment in onze samenleving. Daarvoor blijven we ons netwerk gericht uitbreiden, zowel nationaal als internationaal.

NLR richt zich op het versterken van de Nederlandse lucht- en ruimtevaartsector. We voorzien daarbij een belangrijke rol voor NLR in dat ecosysteem om zo bij te dragen aan oplossingen voor de grote maatschappelijke, mondiale uitdagingen waarvoor we gesteld staan. Die opdracht is complex, te groot en te urgent om alleen aan te pakken. Maar met ons strategieplan onder de arm vertrouwen we erop dat we dit samen met onze partners voor elkaar kunnen krijgen, voor een betere wereld van morgen.

Lijst van afkortingen

ACARE	Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe
ACI	Airport Council International
AI	Artificial intelligence
AR	Augmented reality
ATM	Air traffic management
BZ	Ministerie van Buitenlandse Zaken
CAA	Civil aviation authority
CO_2	Koolstofdioxide
DIS	Defensie industriestrategie
EDF	European defense fund
EMTO	Evaluatie- en Monitoringskader Toegepast Onderzoek
EREA	Association of European Research Establishments in Aeronautics
ESA	European Space Agency
ESRE	Association of the European Space Research Establishments
EU	Europese Unie
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
FCAS	Future combat air system
GARTEUR	Group for Aeronautical Research and Technology in Europe
GOVSATCOM	Governmental satellite communications
HAPS	High altitude pseudo satellite
HR	Human resource
ICT	Informatie- en communicatietechnologie
IenW	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
IFAR	International Forum for Aviation Research
IGO	Informatiegestuurd optreden
JenV	Ministerie van Justitie en Veiligheid
IoT	Internet of things
KIA	Kennis- en innovatieagenda

MITC	Mobiliteit en Infrastructureel Testcentrum
mkb	Midden- en kleinbedrijf
MoU	Memorandum of understanding
MRO	Maintenance, repair and overhaul
MTIB	Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid
NAVO	Noord-Atlantische verdragsorganisatie
NOOP	Nationaal onderzoeks- en onwikkelingsprogramma
NWO	Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
OEM	Original equipment manufacturer
OO	Onderzoeksorganisatie
PAV	Personal air vehicles
PNT	Positie, navigatie en tijd
PPS	publiek-private samenwerking
RDT&E	Research, development, test and engineering
R&D	Research and development
SAF	Sustainable aviation fuel
SKIA	Strategische Kennis- en Innovatieagenda
SREV	Short range electrical vehicles
SSA	Space situational awareness
STM	Space Traffic Management
TO2	Toegepast Onderzoek Organisaties
TRL	Technology readiness level
UAM	Urban air mobility
VR	Virtual reality
VS	Verenigde Staten van Amerika
XAI	Explainable AI

NLR-kennisgebieden

CODE	NAAM KENNISGEBIED
AS.1.A	Elektronicatechnologie
AS.1.B	Avionicakwalificatie
AS.1.D	Vliegtuigsysteemontwikkeling
AS.1.E	Vliegproefsystemen
AS.1.F	Wapensystemen
AS.1.G	Elektronische oorlogsvoering
AS.1.H	Missieondersteuning
AS.1.I	Ruimtevaartinfrastructuur
AS.1.J	Ruimtevaarttoepassingen
AS.1.K	Systeemonderhoud en Platformbeheer
AO.1.A	Luchtvaartveiligheid
AO.1.C	Luchtverkeersmanagement (ATM) en luchthavensimulatie en -validatie
AO.1.D	Luchtverkeersmanagement (ATM) en luchthavenoperaties
AO.1.E	Planning, geavanceerde (sensor)informatieverwerking en -regeling
AO.1.J	Externe Luchtvaart Veiligheid en Beleidsondersteuning
AO.1.K	Vliegtuiggeluidseffecten op de omgeving
AO.1.L	Luchtverontreiniging door de luchtvaart
AO.1.M	Softwaretechnologie voor de luchtvaart
AV.1.A	Levensduurbewaking & Onderhoud van vliegtuigen
AV.1.B	Gasturbine-technologie
AV.1.C	Structures Modelling and Multidisciplinary Analysis
AV.1.D	Collaborative Engineering and Data Science
AV.1.E	Computational Physics & Theoretische Aerodynamica
AV.1.F	Aero-(servo)-elasticiteit en vliegtuigbelastingen
AV.1.G	Vertical Flight Technology
AV.1.H	Aero-akoestisch & Experimenteel Aerodynamisch Onderzoek
AV.1.I	Constructie-en fabricagetechnologie
AV.1.J	Vliegtuigmaterialen
AV.1.K	Experimentele mechanica en windtunnelmodelontwerp
AV.1.L	Materiaaltechnologie en windtunnelmodelfabricage
AV.1.M	Vliegtuigmateriaal- en schadeonderzoek
AV.1.N	Aerospace Structures Testing

Bronnen

[1] IenW, Luchtvaartnota 2020-2050 & uitvoeringsagenda 'Verantwoord vliegen naar 2050' (nov 2020)

[2] Kennis- en innovatieconvenant (KIC) voor de jaren 2020-2023 (november 2019), bijlage: Missies voor het topsectoren- en innovatiebeleid

[3] Versterken van onderzoeks-en innovatie ecosystemen (nov 2020)

[4] 'Slim én duurzaam', Actieplan Luchtvaart Nederland: 35% minder CO_2 in 2030

[5] Actieprogramma Hybride Elektrisch Vliegen (maart 2020)

[6] COVID19 Eurocontrol comprehensive air traffic assessment, 10122020

[7] Europeese commisie, Updated analysis of the non-CO_2 climate impacts of aviation and potential policy measures pursuant to EU Emissions Trading System Directive Article 30(4) (2020)

[8] NLR en SEO, Destination 2050 - A Route to Net Zero European Aviation, 2021

[9] CBS, https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2019/51/prognose-19-miljoen-inwoners-in-2039

[10] CBS, https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/28/verkenning-bevolking-2050-meer-inwoners-met-een-migratieachtergrond

[11] PWC, https://www.pwc.nl/nl/themas/megatrends/demografie.html

[12] PWC, https://www.pwc.nl/nl/themas/megatrends/urbanisatie.html/IPSOS, https://www.ipsos.com/sites/default/files/10-Mega-Trends-That-are-Reshaping-The-World.pdf

[13] Defensie, https://www.defensie.nl/onderwerpen/defensievisie-2035/downloads/publicaties/2020/10/15/defensievisie-2035

[14] Defensie, https://www.defensie.nl/binaries/defensie/documenten/publicaties/2020/11/25/strategische-kennis--en-innovatieagenda-2021-2025/DEF_202050605_SKIA_2021-2025.pdf

[15] Rijksoverheid, https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/beleids-notas/2018/11/20/nota-defensie-industrie-strategie/Nota+Defensie+Industrie+Strategie.pdf

[16] Holland high Tech, https://www.hollandhightech.nl/sites/www.hollandhightech.nl/files/Documenten/KIAs/KIA%20Veiligheid%20-%2020191016%20definitief.pdf

[17] JenV, https://www.innoveermeemetjenv.nl/binaries/innoveermeemetvenj/documenten/publicaties/2017/5/1/strategische-kennis-en-innovatieagenda/SKIA.NL.pdf

[18] Space office, https://www.spaceoffice.nl/nl/over-nso/ruimtevaartbeleid/

[19] Rijksoverheid, https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2020/11/10/bijlage-brede-verkenning-toegevoegde-waarde-ruimtevaart-voor-nederland/bijlage-brede-verkenning-toegevoegde-waarde-ruimtevaart-voor-nederland.pdf

[20] COVID-19 Scenarios for the Aerospace industry, Ronald Berger, https://www.aerospace-valley.com/sites/default/files/atoms/files/2020-04-30_aerospace_in_a_post_covid-19_world_-_webinar_eacp_v5.pdf

[21] Evaluatieonderzoek organisaties voor toegepast onderzoek (TO2) – Eindrapport deelevaluatie NLR, februari 2021

[22] Onderzoeks- en innovatie ecosystemen in Nederland - Achtergrondstudie bij de kabinetsstrategie: 'Versterken van onderzoeks- en innovatie-ecosystemen', Dialogic, Utrecht, 19 oktober 2020

[23] TO2 strategisch kader 2022-2025

[24] NATO Science & Technology Organization, https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf

[25] RIVM, https://www.rivm.nl/over-het-rivm/kennis-en-kunde/strategisch-programma-rivm/safety-en-security

Dedicated to innovation in aerospace

Colofon

Samenstelling:
Michel Keuning
Barbara Ohlenforst
Jeffrey Zitter
Kees de Waal

Vormgeving & productie:
NLR Multimedia Groep

Fotografie:
NLR Multimedia Groep
pag 8 © KLM

De projecten NEXTTRIP (pag. 7), STUNNING (pag. 16), HMI Interaction modes for Airport Tower (pag. 29) en SCALAiR (pag. 39) hebben financiering ontvangen van het Europese programma Horizon 2020, voor stimulatie van onderzoek en innovatie.

Druk:
NLR Reprografie

Postbus adres
Postbus 90502
1006 BM Amsterdam
e) info@nlr.nl i) www.nlr.org

Koninklijke NLR
Anthony Fokkerweg 2
1059 CM Amsterdam
t) +31 88 511 31 13

Voorsterweg 31
8316 PR Marknesse
t) +31 88 511 44 44