

MJP Ruimtevaart (gebruik van de Ruimte)

- X Bestaand programma voor continuering in KIC 2020-2023
- o Nieuw programma dat uitgewerkt moet worden

2. Tot welk(e) van de 8 cluster(s) van technologieën behoort dit MJP:

- X Advanced materials
- X Photonics and light technologies
- X Quantum technologies
- X Digital technologies
- X Chemical technologies
- X Nanotechnologies
- X Life science technologies
- X Engineering and fabrication technologies

3. Welke sleuteltechnologie(ën) staa(t)n centraal:

Het gebruik van de ruimte stelt specifieke eisen aan sleuteltechnologieën die voor nieuwe ontwikkeling zorgen: extreme omstandigheden, efficiëntie, miniaturisering, nauwkeurigheid, gevoeligheid, autonomie en robuustheid. Dat geldt voor alle sleuteltechnologieën. In die zin staat het gebruik van het Ruimtedomein naast de gekozen indeling van sleuteltechnologieën.

4. Positie NL: Wat is de relatieve positie van NL in deze technologie(ën) in EU en mondiaal?

Nederland heeft als vestigingsland van ESA ESTEC een unieke positie binnen de Europese Ruimtevaart met een internationaal concurrerende kennisintensieve ruimtevaartsector. Nederland heeft een goede kennispositie met universiteiten, kennisinstellingen en verschillende toonaangevende instituten. Veel bedrijven zijn spin-offs hiervan en zijn zeer kennisintensief. De Nederlandse bedrijven en instellingen slagen erin hun producten en diensten wereldwijd te vermarkten op basis van technologie die in voorgaande jaren is ontwikkeld en gekwalificeerd. Op verschillende technologieën staan Nederlandse organisaties aan het front. Een stevig R&D programma op het gebied van optica, fotonica en opto-mechatronica staat aan de basis van toonaangevende meetinstrumenten voor luchtkwaliteit en klimaat en een positie in de toekomstige CO2 missie in het EU Copernicus programma en ook van de ontwikkeling van veilige breedband verbindingen via laser satelliet communicatie. Nederland heeft een aantal jonge, succesvolle bedrijven die voorop lopen op de groeiemarkt van kleine satellieten, bijvoorbeeld met geminiaturiseerde sensoren, en constellaties van dergelijke kleine systemen, gesteund door R&D programma's van o.a. TU Delft, NLR en TNO.

Nederland heeft een leidende rol in atmosfeer onderzoek, met gebruik van satellietgegevens (remote sensing, broeikasgasinversies, luchtkwaliteitsmodellering). Dat geldt ook voor astronomie en astrofysica. Op andere toepassingsgebieden, zoals waterbeheer, landbouw en transport heeft Nederland sterke kennisposities en gespecialiseerde "downstream value add" bedrijven die met satellietdata maatschappelijke en economische waarde toevoegen. Ook op gebied van veiligheid bouwt Nederland aan een stevige positie, gebruikmakend van de technologische positie op gebied van constellaties van kleine satellieten met zeer capabele sensoren en geavanceerde dataverwerking.

De Nederlandse bijdrage aan ESA blijft echter relatief achter: bij de vorige ESA ministersconferentie is Nederland gezakt naar plaats 18 van 22 lidstaten waar Nederland op basis van BNP het zesde grote land is.

5. Korte beschrijving van voorgesteld meerjarenprogramma voor onderzoek en ontwikkeling (Max. 250 woorden)

De opwarming van de aarde door broeikasgassen, de gezondheidseffecten van fijnstof evenals de teruggang van de biodiversiteit door stikstofdepositie worden veroorzaakt door energieopwekking

en landgebruik. Om tot effectieve en geïntegreerde mitigatiestrategieën te komen is het noodzakelijk de oorzaak-effect relaties te begrijpen en het effect van maatregelen te verifiëren. Hiervoor worden state-of-the-art meetsystemen met hoge resolutie ontwikkeld, o.a. voor de Copernicus CO2 missie. Daarnaast zorgen constellaties van slimme, kleine sensoren voor meer meetpunten in ruimte en tijd. Met in-situ metingen en moderne modelleringstechnieken wordt op globale en lokale schaal blootstelling afgeleid, worden bronnen te detecteerbaar en emissiesterktes afgeleid.

Laser satelliet communicatie maakt veilige breedband verbindingen mogelijk. Innovaties zijn nodig o.a. in hoog vermogen lasers, multiplexers, adaptieve optiek, compacte ontwerpen voor satellieten en vliegtuigen en kwantum kanalen ten behoeve van het verdelen van encryptie sleutels. Een stevig laser satcom R&D programma geeft Nederland een sterke troef in handen in de wereldwijde communicatie revolutie.

Coöperatieve satellietssystemen, inclusief grondsegment en informatieverwerking bieden een schaalbare en betaalbare ruimtecapaciteit voor een reeks van toepassingen, waaronder Defensie. Aspecten als miniaturisatie, modulariteit en betrouwbaarheid, inter-satelliet communicatie, gedistribueerde data processing, AI en integratie van functies in een klein volume vragen nieuwe concepten, materialen en systemen.

Bij alle toepassingen is de vermindering van kosten belangrijk bij relatief kleine series met hoge kwaliteitseisen. Daarom wordt de ontwikkelcyclus versneld door digitalisering en toepassing van AR/VR en Virtual Testing en worden kosten verminderd door gebruik van geavanceerde materialen zoals FML en door nieuwe productiemethoden zoals Additive Layer Manufacturing, AI en in-situ NDT.

6. **Ecosysteem:** Welke clusters, kennisinstellingen, overheden en private partijen maken deel uit van het ecosysteem rondom deze technologie(ën) en onderschrijven dit MJP?
Netherlands Space Office NSO, Min EZK, Landbouw, Defensie, I&W, BuZa, OCW, J&V; NLR, TNO, SRON, NOVA, TUD, SpaceNed leden (zie roadmap HTSM); UU, VU, WUR, RUG, RIVM, KNMI
7. **Organiserend vermogen:** *Het economisch en maatschappelijk ruimtevaartbeleid wordt gecoördineerd door het Netherlands Space Office. NWO/SRON heeft voor ruimtevaart de wetenschappelijk adviesfunctie. Bedrijven en instellingen zijn georganiseerd in branchevereniging SpaceNed. Wetenschappelijke ruimtevaart is onderdeel van de Big Science infrastructuur en wordt binnen HTSM, door de roadmaps "Advanced Instrumentation" en SPACE"Space" behartigd. Gezamenlijk onderhouden NSO en SpaceNed een Space Roadmap die voor een belangrijk deel wordt gerealiseerd via inschrijvingen op ESA programma's. De ruimtevaartsector is op deze manier sterk georganiseerd en ingericht op het uitvoeren van grote meerjarige programma's en internationale samenwerking. NSO voert de regie; TNO, NLR en TUD zijn penvoerder voor deelprogramma's.*
8. **Kans op maatschappelijke impact op korte en lange termijn:** Op welke wijze draagt dit MJP bij aan de vier thematische Kennis & Innovatie Agenda's

Speerpunten van dit programma zijn de inzet van ruimtevaart voor monitoren en modelleren van klimaat en luchtkwaliteit (Energie en duurzaamheid), (optische) communicatie, remote sensing (veiligheid). Ruimtevaartdiensten zijn ook essentieel voor Landbouw, water en voedsel met steeds groeiende toepassingen en mogelijkheden. Daarmee draagt Ruimtevaart als enabling technology bij aan drie van de vier thematische Kennis & Innovatie Agenda's. Ruimtevaart is niet meer weg te denken uit onze maatschappij en manier van leven (bv weervoorspellingen, satellietnavigatie incl. autonoom vervoer, timing services voor banken en energiemarkt, broadcasting etc.).
9. **Kans op economische impact op korte en lange termijn:** Beschrijf de investeringsbereidheid van private partijen, de technologische rijpheid (TRL-niveau), en de timing waarop de impact naar

verwachting grootschalig zal plaatsvinden in de markt (binnen vijf jaar, tussen 5-10 jaar en na 10 jaar).

Het gebruik van de ruimte staat (net als AI) centraal in de geopolitieke strijd om technologiemacht. Dit leidt tot enorme investeringen door zowel publieke als private partijen, zodat de sector als geheel een grote groei doormaakt. Dat is het geval met betrekking tot maatschappelijke uitdagingen, onder andere via de EU en de Copernicus en Galileo programma's maar ook op het terrein van defensie en veiligheid en op commercieel gebruik van de ruimte (denk aan de mega-constellaties van SpaceX, OneWeb, Amazon om overal op aarde snel internet mogelijk te maken). De "Space Economy" (ref HTSM roadmap), die nu wereldwijd op ruim 300 miljard euro wordt gesteld zal in de komende 30 jaar vertienvoudigen. In deze groeiemarkt neemt het aandeel van commerciële ondernemingen sterk toe, zowel in institutionele (B2G) als in commerciële (B2B en B2C) toepassingen. Deze ontwikkelingen bieden grote kansen voor de Nederlandse sector die oplossingen ontwikkelt zoals nieuwe satelliet constellaties, veilige breedband communicatie via de ruimte, metingen vanuit de ruimte en diensten die daarvan gebruik maken. Echter, de ontwikkeltrajecten zijn lang (vaak in de orde van 10 jaar), en zeker in de eerste jaren van nieuwe ontwikkelingen is het technisch risico groot. Hoewel de interesse voor (co-)investeringen toeneemt, blijft er een sterke behoefte aan (co-)financiering van technologieontwikkeling. Dit geldt niet alleen voor Nederlandse en Europese trajecten, maar dit is wereldwijd het geval. Private investeringsbereidheid heeft vooral betrekking op het opschalen van infrastructuur en het uitrollen van diensten die van deze infrastructuur gebruik maken. Hier ligt ook een rol voor de overheid zoals via een nationaal ruimtevaartprogramma, extra investeringen in de ESA programma's die tot commerciële activiteiten kunnen leiden en de inrichting van speciale financieringsinstrumenten voor de ruimtevaart (zoals bijvoorbeeld het recent aangekondigde ruimtevaartinvesteringselement van de Europese Investeringsbank EIB).

10. **Krachtenbundeling:** Met welke andere nationale, regionale en/of Europese (inhoudelijke) initiatieven en programma's wordt samengewerkt of is het voornemen om samen te werken.
- a. *Missiegedreven topsectoren & innovatiebeleid*
 - b. *NSO ruimtevaart programma (NSO roadmaps, EZK, OCW, I&W)*
 - c. *Invest-NL*
 - d. *ESA*
 - e. *EU programma's: EFRO, Horizon Europe en European Defence Fund (en voorganger EDIDP)*
 - f. *EDA*
 - g. *Defensie ruimtevaartprogramma: nationaal, G2G, NATO*
 - h. *Justitie & Veiligheid innovatieprogramma*
 - i. *GSA*
 - j. *Provincie Z-Holland*

11. **Cross-over karakter:** Op welk(e) snijvlak(ken) van wetenschaps- en technologievelden en bedrijfstakken zullen innovaties plaatsvinden? Welke sleutelmethodeën uit de alfa, bèta, gamma en engineering disciplines zijn hierbij essentieel?

Innovaties worden verwacht op de volgende gebieden:

- a. *Optische instrumenten en fotonica*
- b. *Digitaliseren van productie / industrie 4.0*
- c. *Elektronica*
- d. *Large scale data processing / big data*
- e. *Artificial intelligence*
- f. *Laser Communicatie*
- g. *Quantum encryptie*
- h. *Model-based Systems Engineering*
- i. *Materiaaltechnologie*
- j. *5G en Extremely high frequency bands communicatie*
- k. *Augmented Reality/Virtual Reality*

12. Indicatie van benodigde gemiddelde jaarlijkse financiering en commitments voor periode 2020-2023: zie tabel

Bron	Totaalbedrag (mln EUR/jr)	Waarvan reeds gecommitteerd	Waarvan te mobiliseren
<i>Private middelen</i>	23	11	13
<i>PPS toeslag</i>	10	3	7
<i>TO2 middelen</i>	11	7	4
<i>NWO</i>	13	5	8
<i>Universiteiten/hogescholen</i>	8	4	4
<i>Regionale middelen (provincie, gemeente)</i>	6	0	6
<i>Departementale middelen</i>	29	4	25
<i>EU middelen</i>	12	3	9
<i>ROMs en InvestNL</i>	9	2	7
<i>Anders, namelijk: ESA</i>	20	10	10
Totaal bedrag (mln EUR per jr)	141	49	93