



**NSO Pre-advies voor het
ruimtevaartbeleid
vanaf 2020**

**Netherlands
Space
Office**

NSO Pre-advies voor het ruimtevaartbeleid vanaf 2020



Inhoud

Managementsamenvatting

1.	Inleiding.....	7
2.	Omgeving en ontwikkelingen	8
2.1	Ontwikkelingen – internationaal	8
2.2	Ontwikkelingen – Europees	9
2.3	Ontwikkelingen – nationaal	11
2.4	Ontwikkelingen in de ruimtevaart	13
2.5	Waarde van de ruimtevaart voor/in Nederland	15
3.	Visie en strategie van het ruimtevaartbeleid.....	18
4.	Prioriteitenkader	21
4.1	Opzet prioriteitenkader	21
4.2	Criteria binnen het prioriteitenkader.....	22
5.	Ruimtevaartbeleid vanaf 2020.....	24
5.1	Advies voor het Nederlandse ruimtevaartprogramma.....	24
5.2	Inhoudelijke uitleg en onderbouwing van de geadviseerde keuzes.....	29
6.	Financiële uitwerking	42
7.	Bijlage 1: Referenties	49
8.	Bijlage 2: Afkortingen.....	50

Managementsamenvatting

Ruimtevaart is overal

Ruimtevaart is overal in onze wereldwijde samenleving. Ooit begonnen als technologische wedijver heeft de ruimtevaart geleid tot toepassingen die anders niet tot stand waren gekomen of veel duurder waren geweest. Ruimtevaart is daarmee een groeiend en veelal onmisbaar onderdeel van de moderne maatschappij voor: vitale infrastructuur voor informatiediensten, navigatie, communicatie en wetenschap & samenleving. Veelal zijn diensten vanuit de ruimtevaart onzichtbaar, zoals wanneer bij een PIN-transactie het tijdsignaal van de GPS satellieten wordt gebruikt, we naar de weersverwachting kijken of op onze smartphone kijken waar we naar toe moeten.

Ruimtevaart & Wetenschap

Ruimtevaart inspireert en draagt bij aan onze wetenschappelijke nieuwsgierigheid, zoals de astronomische missies van ESA, die inzicht geven in het ontstaan en de evolutie van het heelal, onze aarde en het leven daarop. Ruimtevaart draagt bij aan kennis die letterlijk van levensbelang is, zoals over de klimaatverandering en de gevolgen daarvan, luchtkwaliteit, overstromingen en andere natuurlijke en menselijke bedreigingen en uitdagingen.

Dankzij TROPOMI en zijn voorgangers is Nederland, mits Nederland daarvoor budget heeft, uitstekend gepositioneerd om een hoofdrol te spelen in de nieuwe klimaatmissie van ESA en de EU die het belangrijkste broeikasgas, CO₂, gaat meten.

Ruimtevaart & Maatschappij

Het Nederlandse TROPOMI instrument, tot stand gekomen in Europese samenwerking, ontwikkeld samen met ESA en vliegend op een EU-Copernicus-satelliet, levert kennis over de luchtkwaliteit in zijn directe omgeving, elke dag weer. Het laat zien dat beleid effectief is door het herstel van de ozonlaag zichtbaar te maken en het helpt beleid bij te sturen door te laten zien waar en hoeveel broeikasgassen zoals methaan nog worden uitgestoten.

De resultaten van de ruimtevaart komen beschikbaar voor iedereen: op basis van onder meer die vrij beschikbare ruimtevaartgegevens zijn kleine boeren in ontwikkelingslanden in staat hun oogst te verzekeren en hongersnood te voorkomen; een belangrijke bijdrage aan voedselzekerheid. Dit is maar een voorbeeld hoe ruimtevaart bijdraagt aan de *Duurzame Ontwikkelingsdoelen*.

Ruimtevaart doen we in internationale samenwerking en zorgt daarmee voor open communicatie, wederzijds begrip en onderlinge afhankelijkheid en vertrouwen, met een stabiliserend effect op de internationale relaties. Niet voor niks verkondigt André Kuipers dat het International Space Station de Nobelprijs voor de Vrede zou moeten krijgen.

Ruimtevaart & Economie

En, *last but not least*: ruimtevaart zorgt voor economische groei en werkgelegenheid, door het bouwen van de instrumenten, satellieten en raketten die nodig zijn, de grondinfrastructuur om de gegevens te ontvangen en verwerken en, in toenemende mate, door het bewerken van die gegevens tot informatietoepassingen die commercieel en maatschappelijk zo waardevol zijn dat ze tot ver buiten de traditionele ruimtevaartkringen gebruikt en betaald worden.

Ongekende mogelijkheden

De mogelijkheden die ruimtevaart biedt kunnen nog veel meer benut worden: de toenemende behoefte aan connectiviteit altijd en overal en voor alles, zorgt ervoor dat er een commerciële markt voor internet vanuit de ruimte ontstaat. In de gegevens van de Europese Copernicus satellieten die dag en nacht de toestand van de aarde observeren zit een enorme hoeveelheid nog onbenutte, bekende en nog onbekende, informatie besloten. De grenzen van de wetenschap en onze nieuwsgierigheid naar onze aarde en het universum zijn nog lang niet bereikt. De ontdekkingen leiden juist weer tot nieuwe inzichten en vragen.

Strategische ruimte-infrastructuur

Ruimtevaart staat niet meer op het voetstuk van "[we go to the moon and] do the other things, not because they are easy, but because they are hard¹" en heeft dat voetstuk ook niet meer nodig. Ruimtevaart is een vorm van strategische infrastructuur geworden. Het is even belangrijk en onmisbaar als andere grote infrastructuren als ICT en transport. Zoals voor iedere infrastructuur waar wij van afhankelijk zijn vraagt dat om het investeren in het in stand houden, maar ook in de vernieuwing alsmede het beschermen ervan. Het bijdragen aan het aanleggen van infrastructuur is een overheidstaak, ruimte-infrastructuur is daarop geen uitzondering. Net zoals alle andere strategische infrastructuur zorgt de ruimte-infrastructuur die de overheid laat bouwen voor nieuwe economische mogelijkheden:

- commerciële aardobservatiesatellieten die de door de overheid gebouwde Copernicus satellieten aanvullen en in de toekomst wellicht vervangen
- communicatiesatellieten voor televisie, telefonie en internet die grotendeels uit private investeringen gefinancierd worden
- software en informatietoepassingen voor verkeer, landbouw, milieu, misdaadbestrijding en een heel scala aan veiligheidstoepassingen.

Omdat het een strategische infrastructuur is, is het essentieel voor de Europese (en dus Nederlandse) economische veiligheid dat Europa onafhankelijk is in de toegang tot en het gebruik van de ruimte. Dat is een belangrijke doelstelling van veel van de EU en ESA programma's.

Nederlands belang

Ruimtevaart is ook van groot belang voor Nederland. De Nederlandse samenleving en economie leunen sterk op kennis en technologie waaronder die uit de ruimtevaart. Ruimtevaarttechnologie, in het bijzonder op het gebied van geavanceerde instrumenten en sensoren en industriële producten, versterkt de positie van Nederland als 'Technologieland'. Het aardwetenschappelijke en astronomische ruimteonderzoek draagt in bijzondere mate bij aan de sterkte van de Nederlandse kenniseconomie. Satellietdata-toepassingen vormen inmiddels een onmisbare grondstof bij de aanpak van maatschappelijke vraagstukken op gebieden als klimaat, voedsel en energie. Niet alleen nu maar juist ook voor de toekomst is ruimtevaart voor Nederland dan ook van grote waarde. Daar komt bij dat Nederland de grootste ESA vestiging (ESTEC) huisvest met een economische, technologische en wetenschappelijke waarde voor Nederland, een niet onbelangrijke kwestie aangezien Nederland een relatief kleine bijdrage aan ESA levert.

Nederland heeft een goed ontwikkelde ruimtevaartsector, met wereldwijd erkende en zeer sterke kwaliteiten op een aantal gebieden. Deze positie hebben we bereikt door jarenlang beleid gericht op stimulering van wetenschap en technologieontwikkeling. Met de internationaal sterk groeiende behoefte aan satellietdata-toepassingen en met de toenemende commerciële markt kan Nederland met een intensivering van de stimulering de ruimtevaartsector een enorme push geven op het wereldtoneel. De plannen liggen al klaar. Sterker nog: de ambities en mogelijkheden van de Nederlandse ruimtevaartsector zijn al jaren groter dan het beschikbare ruimtevaartbudget, wat onder meer blijkt uit de over-return (tegen de ESA afspraken in krijgt Nederland meer terug dan het investeert) in de ESA-programma's. Zo zorgt het feit dat Nederland in de astronomie-missie ATHENA in het ESA Science Programme essentiële technologie levert, voor een beperking van het realiseren van terechte industriële ambities elders in dat programma.

Ruimtevaart Prioriteitenkader

Het Europese ruimtevaartagentschap ESA, waar Nederland een groot deel van zijn ruimtevaartbudget in investeert en waar Nederland sterk van profiteert, heeft zoals iedere drie jaar dit jaar een ministersconferentie waar de ministers beslissen over de strategie, over de inhoud van het programma en over de hoogte van het ESA-budget. De Nederlandse budgetcyclus loopt in de pas met die ESA-cyclus en daarom heeft het Kabinet, via de stuurgroep NSO, het NSO gevraagd te adviseren over het ruimtevaartbeleid en de inzet van het ruimtevaartbudget. Dit NSO-advies bevat een voorstel voor een prioriteitenkader, waarbij voor een aantal beleidsonderdelen geldt dat ze juridisch verplicht of vanwege eerder gemaakte afspraken geëncouraged zijn (een

¹ President John F Kennedy in Houston op 12 sept. 1962, bij het aankondigen van de Amerikaanse ambitie om op de Maan te landen voor 1970.

aantal ESA-programma's), en voor andere beleidsonderdelen (zowel ESA als niet-ESA) geldt dat de keuze gemaakt wordt door beoordeling op de volgende criteria:

- Maatschappelijke meerwaarde (hoe dragen de activiteiten bij aan maatschappelijke doelen zoals droge voeten, klimaat en de duurzame ontwikkelingsdoelen)
- Economische meerwaarde (hoe leiden de activiteiten tot economische activiteiten in Nederland, met een multiplier op de overheidsinvesteringen)
- Wetenschappelijke meerwaarde (hoe dragen de activiteiten bij aan de positie van de Nederlandse wetenschap)
- Inspiratie meerwaarde (activiteiten die het grote publiek inspireren, die verbinden en fascineren, en die draagvlak creëren)
- Politiek/strategische meerwaarde (hoe dragen de activiteiten bij aan doelstellingen als internationale samenwerking, Europese strategische onafhankelijkheid)

De ESA Science en General Budget/Kourou programma's zijn verplicht vanwege het ESA-lidmaatschap. Voor het Science programma geldt dat de 'koopkracht' ervan de afgelopen jaren is afgenomen omdat er niet of slechts deels voor inflatie gecompenseerd is. Voor de lanceerderprogramma's geldt dat ze vanwege eerder gemaakte afspraken geïmmiteerd zijn. Vervolgens leidt toepassing van het prioriteitenkader tot de hoogste prioriteit voor aardobservatie, satellietdata-toepassingen, wetenschap en technologie- en instrumentontwikkeling. Daarna volgen exploratie, navigatie en space safety. Hierbij moet worden aangetekend dat individuele projecten binnen de programma's, zoals de CO₂-missie binnen aardobservatie, een absolute toprioriteit zijn.

Kansen voor Nederland

Nederland staat voor een keuze: wil het leiden in deze ontwikkelingen of alleen maar volgen? Natuurlijk kosten beide geld (hoewel volgen minder dan leiden). En natuurlijk komen de mogelijkheden voor een groot deel ook tot stand als Nederland niet leidt. Maar dan gaat de kennis en kunde verloren en zullen de economische, wetenschappelijke en maatschappelijke belangen vooral leiden tot bestedingen van Nederland in het buitenland. Als Nederland daarentegen doorgaat met zijn strategische investeringen en die zelfs intensifieert dan kan Nederland niet alleen passief de ruimte-infrastructuur gebruiken maar ook meebouwen, meebeslissen en de kennis en kunde ontwikkelen om alle andere vruchten te plukken. Grote kansen voor behoud of ontwikkeling van een leidende rol liggen er op een toekomstige CO₂-missie en verdere technologieontwikkeling op gebied van veilige en snelle satellietcommunicatie waar Nederland nu een voorsprong heeft. Daarnaast wordt ook Nederland uitgenodigd om deel te gaan nemen aan wereldwijde ruimtevaartprogramma's gericht op exploratie van de Maan en verder. Dit is het moment te besluiten om mee aan board te gaan of te besluiten de anderen uit te zwaaien.

Het NSO adviseert niet alleen om te blijven investeren in de ESA programma's maar ook om die investeringen vanuit de overheid te intensiveren om het katapulteffect voor onze samenleving te vergroten en om te investeren in een sterk nationaal programma om de Nederlandse sector optimaal te kunnen benutten voor onze nationale behoeftes en te kunnen positioneren voor de internationale markt. Op die manier kan Nederland ook optimaal gebruik (blijven) maken van de positie en het aanzien die de aanwezigheid van ESTEC in Nederland biedt.

Vanwege de onzekerheid over de voorstellen die vanuit ESA gaan komen heeft het NSO ervoor gekozen om in dit preadvies een bandbreedte voor de financiële inschrijvingen aan te geven en de programma's op hoofdlijnen te benoemen en niet in alle details.

Aanbevelingen:

1. Intensiveer het huidige ruimtevaartbudget voor noodzakelijke ontwikkelingen in technologie, industrie en kennis ten behoeve van de maatschappelijke, economische en wetenschappelijke positie van Nederland. Bij onvoldoende intensivering van het ruimtevaartbudget blijven belangrijke kansen voor Nederland liggen. De belangrijkste pijlers om met een versteviging van het budget te stutten zijn de volgende:
 - a. **Behoud koppositie wetenschappelijke instrumentatie**, met o.a. kans op unieke door EU betaalde reeks satellietinstrumenten voor luchtkwaliteit en klimaat;
 - b. **Doorontwikkeling technologie in Nederland**, met o.a. kans op unieke internationale positie voor Nederlandse technologie op het gebied van laser-communicatie, met economisch katapulteffect;
 - c. **Autonomie op gebied van toegang naar de ruimte**, gegarandeerd door nieuwe ESA-raketten met Nederlandse bijdragen op basis van eerder opgebouwde positie;
 - d. **Internationale samenwerking in exploratiemissies** gericht op Maan en Mars met kans op profijt voor industrie en wetenschap.
2. Investeer in de interdepartementale afstemming waarmee, ten behoeve van de gezamenlijke departementale ruimtevaartbelangen, overleg en afstemming kan plaatsvinden ten einde optimaal de verschillende doelen met ruimtevaart te kunnen benutten.
3. Blijf investeren in het aanjagen van het gebruik van satellietdata in praktische toepassingen bij de overheid en daarbuiten.
4. Promoveer het laten groeien van de commerciële ruimtevaart in Nederland tot speerpunt. Hierbij moet de focus worden verlegd naar andere mogelijkheden van support naast alleen het ESA budget.

1. Inleiding

Kernboodschappen:

- Dit advies is tot stand gekomen op basis van afstemming met de relevante stakeholders uit de ruimtevaartsector en daarbuiten.
- Dit advies richt zich op de doelen die met ruimtevaart bediend kunnen worden en onderbouwt vervolgens (uitgaande dus van de behoeften aan ruimtevaart) de adviezen voor het ruimtevaartbeleid.
- Dit advies richt zich op de ontwikkeling van ruimtevaart naar een situatie waarin het steeds aantrekkelijker wordt voor private investeerders en het inzetten van beleidsmiddelen los van het ruimtevaartbeleid.
- Tegelijkertijd moet duidelijk zijn dat de kenmerken van vooral de upstream-sector (hoge investeringen, grote risico's, lange terugverdientijden, onvolkomen markt) vooralsnog een sterke mate van overheidsbetrokkenheid rechtvaardigen.

Het Kabinet heeft, via de Stuurgroep NSO, het NSO gevraagd om een advies voor het nationale ruimtevaartbeleid voor de komende drie jaar en de Nederlandse inzet bij de ESA-Ministersconferentie eind 2019².

De departementen zullen op basis van dit advies de Nota Ruimtevaart 2019 opstellen en aan de Tweede Kamer zenden in de zomer van 2019.

Naast de ESA-inschrijving en de andere onderdelen van het ruimtevaartbeleid is aan het NSO gevraagd ook het prioriteitenkader, op basis waarvan de beleidskeuzes gemaakt worden, in het advies op te nemen. Hiermee kan het advies de basis vormen voor een transparant beleidsvormingsproces. Het prioriteitenkader is daarom opgenomen in dit advies (zie hoofdstuk 4).

In de adviesaanvraag wordt het NSO verzocht relevante partijen uit de gouden driehoek van universiteiten/kennisinstellingen, overheidsorganisaties en bedrijven te consulteren. Het NSO heeft bij de totstandkoming van dit advies dan ook een uitgebreide afstemming georganiseerd met diverse stakeholdersgroepen uit de ruimtevaartsector en daarbuiten³. Onder meer de volgende stakeholders(groepen) zijn geconsulteerd: NSO Stakeholdersoverleg, Interdepartementale Commissie Ruimtevaart (ICR), NWO/SRON, HTSM Topteam, Adviescommissie Satellietdatagebruik, Ruimtevaartnetwerk (tijdens de ruimtevaartnetwerkbijeenkomst op 6 december 2018⁴), universiteiten en kennisinstellingen op het gebied van de aardobservatie, het planeetonderzoek en de astronomie, SpaceNED, NEVASCO, Instrumentencluster, en (upstream-)partijen uit de ruimtevaartsector via de technologie-roadmaps.

Bij het opstellen van dit advies is tevens gebruik gemaakt van een grote hoeveelheid inputdocumentatie, zie de referentielijst in Bijlage 1.

Dit document is een preadvies. Aangezien de plannen van ESA op dit moment nog volop in ontwikkeling zijn kan een gedetailleerde financiële toedeling nog niet gemaakt worden. Eerst nadat deze ESA-plannen medio 2019 bekend worden zal een definitief advies worden uitgebracht, inclusief een gedetailleerde financiële paragraaf.

In hoofdstuk 2 zullen de voor de ruimtevaart meest relevante internationale, Europese en nationale ontwikkelingen geschetst worden die spelen in de omgeving van de ruimtevaart en die de ontwikkelingen in de ruimtevaart beïnvloeden en/of tot doel kunnen dienen. Mede op basis van het inzicht in deze ontwikkelingen beschrijft hoofdstuk 3 de visie en strategie die als basis dienen voor dit advies voor het toekomstige ruimtevaartbeleid. Vervolgens wordt, mede voortbouwend op hoofdstuk 2 en 3, in hoofdstuk 4 het prioriteitenkader beschreven dat gebruikt wordt voor de keuzes voor de beleidsadviezen. In hoofdstuk 5 zal de inhoudelijke uitleg en onderbouwing gegeven worden voor die keuzes, en in hoofdstuk 6 de bijbehorende financiële uitwerking.

² Ref.2 Adviesaanvraag

³ Zie ook Ref.6 Dialogic Evaluatie ruimtevaartbeleid

⁴ Ref.20 Ruimtevaartnetwerkmiddag 6 december 2018

2. Omgeving en ontwikkelingen

Kernboodschappen:

- Belangrijke opbrengsten van ruimtevaart liggen meer en meer buiten het ruimtevaartdomein. Dat betreft zowel de economische, maatschappelijke als wetenschappelijke waarde. Dit zal er toe leiden dat de (financiële) bijdragen aan de ruimtevaart juist van buiten het ruimtevaartdomein dominanter moeten worden.
- Ruimtevaart is te beschouwen als een "horizontaal" (beleids)thema: ruimtevaart draagt bij aan vrijwel alle (beleids)terreinen van de overheid en samenleving.
- De ruimtevaart ondergaat een paradigma-verschuiving: van "technology push en infrastructuurontwikkeling" naar "waardecreatie" voor de mensheid.
- Technologische ontwikkelingen hebben grote impact op de mogelijkheden met ruimtevaart die tevens bijdragen aan de duurzaamheidsdoelstellingen.

Het speelveld van de ruimtevaart heeft inherent een internationaal karakter. De ruimtevaartontwikkelingen in Nederland kunnen niet los gezien worden van die in Europa en de rest van de wereld. De wereld waarin de ruimtevaart zich afspeelt verandert continu. Zowel de behoeftes, uitdagingen en vraagstukken van de (inter)nationale gemeenschap zijn aan verandering onderhevig, net zoals de (technologische) mogelijkheden van de ruimtevaart om een antwoord op die uitdagingen te geven. In dit hoofdstuk zullen de voor de ruimtevaart meest relevante internationale, Europese en nationale ontwikkelingen geschetst worden. Daarbij wordt specifiek ingegaan op die ontwikkelingen *in de omgeving van de ruimtevaart* die de ontwikkelingen *binnen de ruimtevaart* (het ruimtevaartdomein, waaronder ook ESA) beïnvloeden en/of tot doel kunnen dienen.

2.1 Ontwikkelingen – internationaal

Wereldwijd is er een aantal ontwikkelingen en trends waarneembaar die ingrijpen op het belang en de rol van ruimtevaart. Zo staat de internationale gemeenschap voor grote uitdagingen op het gebied van klimaat, kwaliteit van de leefomgeving, vrede en veiligheid, voedselzekerheid, welzijn en welvaart, energie, rampen en bedreigingen, en migratie. De aarde als 'ruimteschip' waarop wij leven is daarbij onze belangrijkste bron van bestaan, maar is tevens kwetsbaar en niet onuitputtelijk. Het bewaken en beschermen van de conditie van onze thuisplaneet is een van de belangrijkste uitdagingen voor de mensheid. De wereldbevolking groeit gestaag en een steeds groter deel van de mensheid leeft in (mega-)steden, vooral in delta's en kustgebieden.

Sustainable Development Goals

In het belang van een internationale aanpak van bovenstaande en andere problematiek, heeft de internationale gemeenschap een aantal belangrijke doelen afgesproken, de *Sustainable Development Goals* (SDG's). Om de voortgang op het behalen van deze doelen te volgen hanteert de internationale gemeenschap een set van ruim 230 indicatoren (Global Indicator Framework). Voor het monitoren van die indicatoren is heel veel informatie nodig. Naast statistische informatie gaat het hierbij om omgevingsinformatie, zowel sociaalgeografische als fysisch-geografische informatie, die laatste betrekking hebbend op de toestand van de aarde (boven, op en onder het aardoppervlak) en de natuurlijke en antropogene processen die zich daar afspelen. Ruimtevaart (satelliet-aardobservatiedata die consistent is in ruimte en tijd) is in toenemende mate een bron van dit soort informatie. Een recent rapport⁵ laat zien dat satelliet-aardobservatie aan het monitoren van 16 van de 17 SDG's een bijdrage kan leveren. De Sustainable Development Goals vormen dan ook een belangrijk internationaal kader voor samenwerking en ontwikkeling van de ruimtevaart.

Ook de GEO (Group on Earth Observations) speelt in de ruimtevaart-aardobservatie wereldwijd een belangrijke organiserende rol.

⁵ Ref.25 CEOS SDG Handbook

Data, digitalisering en Artificial Intelligence

De behoefte aan informatie neemt al jaren wereldwijd enorm toe. De samenleving waarin wij leven is te beschouwen als een informatiemaatschappij. Door het kunnen voorzien in de groeiende behoefte aan informatie, bv. omgevingsinformatie (geo-informatie), is ruimtevaart een essentieel onderdeel van de informatiemaatschappij geworden.

Parallel aan de informatisering van de maatschappij vindt de digitale revolutie plaats⁶. Informatie wordt op steeds snellere en slimmere manieren gehaald uit enorme hoeveelheden ingewonnen data (Big Data). Deze Big Data komt uit snelgroeiende conventionele databronnen (sensornetwerken, satellietdata) en nieuwe bronnen als het Internet of Things (IoT), social media en crowd sourcing. Veel van deze databronnen zijn bovendien de afgelopen jaren beschikbaar gekomen als open data. Het gebruik van Artificial Intelligence (AI), met technieken als Machine Learning en robotica, wordt steeds belangrijker om uit deze enorme datahoeveelheden bruikbare informatie te genereren en systemen autonoom te laten leren en acteren op basis van data. De ruimtevaart is een essentieel en integraal onderdeel van dit nieuwe data-ecosysteem en aanjager van de nieuwe data science technieken. Dit geldt zowel voor satelliet-aardobservatie als ook voor satelliet-TV en breedband internet toegang.

Big Science

De groei van de ruimtevaart betreft niet alleen de maatschappelijke en commerciële markten maar ook de wetenschappelijke 'markt'. Ruimtevaart is een onderdeel van de grootschalige onderzoeksfaciliteiten voor Big Science. Big Science verwijst naar fundamenteel en grensverleggend onderzoek dat in grote internationale verbanden wordt uitgevoerd. Voor dergelijk onderzoek is omvangrijke en vaak kostbare onderzoekinfrastructuur nodig, waarbij vaak ook met de industrie wordt samengewerkt. Ruimtevaartinfrastructuur is hier in toenemende mate een onderdeel van.

Commerciële ruimtevaart

Mede door de toenemende behoefte aan geo-informatie en satellietdiensten, maar ook door de technologische ontwikkelingen op het gebied van miniaturisering, automatisering en standaardisering, neemt het aandeel commerciële ruimtevaart t.o.v. de institutionele ruimtevaart gestaag toe⁷. Dat zien we zowel in de upstream (bouw van (kleine) satellieten, lanceringen, instrumenten, componenten) als in de downstream (satelliettoepassingen, value adding diensten, geo-informatiediensten). Kenmerkend hierbij zijn de nieuwe businessmodellen, producten en markten.

De commercialisering van de ruimtevaart gaat hand in hand met de democratisering ervan. Dit is tevens zichtbaar in de investeringsbereidheid van private organisaties in de ruimtevaart, vooral in de VS. Tegelijkertijd zien we dat landen als China en India in de ruimtevaart een sterke ontwikkeling doorgemaakt hebben, vooral door overheidsinvesteringen, waardoor de rol van deze landen in de internationale ruimtevaart sterk toeneemt.

Geopolitiek

Geopolitieke ontwikkelingen gaan ook aan de ruimtevaart niet voorbij. Polariseratie tussen de VS, Rusland en China is daar een voorbeeld van, maar dichterbij huis kan de Brexit verregaande gevolgen hebben. Anderzijds verloopt juist de samenwerking tussen landen in grote ruimtevaartprojecten (zoals ISS) nog steeds erg goed. Ook grote belangwekkende wetenschappelijke ruimte-missies voor bv. de astronomie, exploratie en planeetonderzoek, komen vaak in internationaal verband tot stand. Internationale samenwerking is in het wetenschappelijke ruimteonderzoek vanzelfsprekend.

2.2 Ontwikkelingen – Europees

Naast de in de vorige paragraaf geschetste wereldwijde trends en ontwikkelingen, die evenzeer voor Europa van groot belang zijn, is er een aantal additionele ontwikkelingen en trends zichtbaar die specifiek voor Europa gelden.

⁶ Zie ook Ref.18 Ministeriële brief Innovatiebeleid

⁷ Zie ook Ref.20 Ruimtevaartnetwerkmiddag 6 december 2018

EU-ruimtevaartbeleid

Het EU-beleid heeft met de Flagship-programma's Galileo (satellietnavigatie) en Copernicus (aardobservatie) een steeds grotere impact op de wereldwijde ruimtevaart, dus ook op die van Nederland. Voor de komende jaren is de EU van plan, mede vanwege de toenemende behoefte aan informatie, een miljardenbudget uit te trekken voor de Europese ruimtevaartprogramma's Copernicus en Galileo. Daarnaast breidt de EU de ruimtevaartprogramma's uit met GovSatCom (beveiligde satellietcommunicatie voor publieke entiteiten) en SST (monitoren van bedreigingen van de aarde vanuit de ruimte). Die middelen komen weliswaar zonder het geo-return principe beschikbaar, maar vertegenwoordigen daardoor voor de ruimtevaart een enorm groeipotentieel.

Die toenemende rol van de EU heeft gevolgen voor de verhouding tussen de ruimtevaartactiviteiten van de EU enerzijds en ESA anderzijds. Tegelijkertijd zien we dat, mede ten gevolge van internationale (geopolitieke) ontwikkelingen, Europa op ruimtevaartgebied meer op eigen benen gaat staan en onafhankelijke toegang tot de ruimte nastreeft, waarbij men voor lanceringen minder afhankelijk is van de van oudsher grote partijen Rusland en de VS. Van de nieuwe lanceermogendheden is China geen echte optie maar is bv. India voor Cubesats een goede partij. Herbruikbaarheid van lanceerders is door de successen op dat gebied van SpaceX sterk in de belangstelling gekomen. Herbruikbaarheid heeft niet alleen voordelen maar kent ook een prijs: verlies aan performance door zwaardere structuur en extra brandstof, revisie kosten en verlies van schaalvoordeel bij productie. Herbruikbaarheid wordt pas echt effectief bij flink grotere volumes. Europa volgt de ontwikkelingen maar eigen stappen in die richting zijn tot nu toe bescheiden. Satellietdata-toepassingen, zoals vanuit de Services-component van het Copernicus-programma, vinden steeds vaker aansluiting bij de aanpak van maatschappelijke opgaves als onderdeel van EU-beleid. Het Europese Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB) is een goed voorbeeld van EU-beleid waar satellietdata-toepassingen voor bv. subsidie-controles ingezet worden. Er zijn vergevorderde plannen om het gebruik van satellietdata te intensiveren vanaf 2021. Maar ook maatschappelijke uitdagingen op het gebied van veiligheid en migratie kunnen profiteren van informatiediensten vanuit satellietdata-toepassingen.

Sleuteltechnologieën

Binnen het door de EU gesteund onderzoek, via programma's als Horizon 2020 en Horizon Europe, wordt informatievoorziening ten behoeve van maatschappelijke uitdagingen steeds meer richtinggevend voor de ontwikkeling van sleuteltechnologieën⁸, zoals ruimtevaart(technologie). Het toenemende belang hiervan leidt echter ook tot het steeds sterker aantrekken van de bescherming van gevoelige EU-informatie, met risico's voor de betrokkenheid van Nederlandse bedrijven.

Artificial Intelligence

De EU heeft haar investering uit Horizon 2020 in AI opgeschroefd naar € 1,5 miljard in de periode 2018-2020 en heeft AI als één van de pijlers in het Digital Europe Programme (2021-2027) opgenomen. Met dit programma en Horizon Europe wil de EU minstens € 1 miljard per jaar investeren in AI. In de EU AI strategie⁹ stelt de EC dat AI capaciteiten ontwikkeld moeten worden op basis van Copernicus-data en dat ze initiatieven zullen lanceren om AI-aangedreven exploitatie van aardobservatie-data en in de publieke en private sector te ondersteunen.

EUMETSAT

De toenemende vraag naar informatie uit satelliet-aardobservatie voor maatschappelijke uitdagingen als klimaat, kwaliteit van de leefomgeving en veiligheid, benadrukt ook het belang van de Europese ruimtevaartorganisatie EUMETSAT, waarvan de programma's steeds meer in synergie met die van de EU (Copernicus) en ESA verder ontwikkeld worden, met een bredere toepassing dan puur de meteorologie.

Galileo

De huidige samenleving is zeer afhankelijk geworden van Global Navigation Satellite Systems (GNSS, zoals GPS of Galileo) en de navigatie- en timingdiensten die deze verzorgen. Het Galileo-systeem waarborgt de onafhankelijkheid van de EU op het gebied van GNSS en wordt daarom

⁸ Ref.18 Ministeriële brief Innovatiebeleid

⁹ Ref.26 EC Coordinated plan on Artificial Intelligence

beschouwd als een belangrijke aanwinst voor Europa. Met de afhankelijkheid blijven ook de toepassingen en vraag naar steeds betere diensten groeien. De afhankelijkheid betekent steeds meer aandacht voor het gevaar van verstoring door zenders die het signaal blokkeren of valse posities versturen. De Public Regulated Service (PRS) zal in dit kader voorzien in een belangrijk element van de Kritieke Infrastructuur.

Aan de toenemende vraag naar betere diensten wordt voldaan door het ontwikkelen van een tweede generatie Galileo met hogere nauwkeurigheid en robuustheid.

GovSatCom

Satellietcommunicatie is niet meer weg te denken in de hedendaagse maatschappij. Overheden willen zekerheid in de beschikbaarheid en veiligheid van deze communicatie. Om hierin te voorzien heeft de EC het initiatief genomen om voor de EU-agentschappen en de overheden van de EU-lidstaten satellietcommunicatie beschikbaar te gaan stellen via een Pooling & Sharing mechanisme, dat vanaf 2021 operationeel moet zijn.

Space Safety (SST/SSA)

Invloeden vanuit de ruimte kunnen nadelige invloed hebben op verschillende (elektronische) systemen en infrastructuren op aarde en in de ruimte. Monitoring van dit zgn. ruimteweer geeft inzicht in deze bedreigingen en biedt mogelijkheden voor waarschuwen en het nemen van voorzorgen. Ook de toename van ruimtepuin (zowel natuurlijk als 'man-made') vormt een bedreiging voor de infrastructuur op aarde en in de ruimte. Ook hiervoor worden monitoring- en waarschuwingssystemen opgezet.

Brexit

Het exacte verloop is nog niet bekend, maar zal hoe dan ook invloed hebben. Met het vertrek van het VK verdwijnt een belangrijke bron van EU ruimtevaart financiering, veel activiteiten zullen echter uit het VK naar Europa komen. Voor ESA, waar het VK wel lid van blijft, wordt verwacht dat het VK juist een actievare rol zal willen spelen.

2.3 Ontwikkelingen – nationaal

Naast de voor de ruimtevaart relevante internationale en Europese trends die hierboven geschetst zijn, noemen we hier nog een aantal additionele ontwikkelingen die voor Nederland relevant zijn.

Ruimtevaartgebruik voor maatschappelijke opgaves

Satellietdata-toepassingen zijn steeds waardevoller als bron van informatie bij de aanpak van actuele maatschappelijke uitdagingen, zoals klimaat(verandering), de energietransitie en bodembeweging¹⁰. De mogelijkheden van ruimtevaart(toepassingen)¹¹ worden dan ook, naast door de ministeries van Economische Zaken en Klimaat (EZK), Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW), en Infrastructuur en Waterstaat (IenW), door steeds meer departementen onderkend, zie bijvoorbeeld de aandacht voor ruimtevaart bij de ministeries van Defensie (DEF), Justitie en Veiligheid (JenV) en Buitenlandse Zaken (BZ). Zo is het Ministerie van Defensie de afgelopen jaren gaan investeren in ruimtevaart, inclusief de ambitie zelf ruimtevaartinfrastructuur te laten bouwen in samenwerking met Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven, om daarmee in de eigen informatiebehoefte te voorzien. De ontwikkeling van de ruimtevaart wordt in Nederland (net zoals internationaal) meer en meer aangedreven vanuit een goede verhouding tussen de behoeftes aan ruimtevaart(informatie) enerzijds (ook wel vraagsturing genoemd¹²) en de technologische mogelijkheden van de Nederlandse ruimtevaartsector anderzijds.

Kennis en innovatie

Overheids-breed is ruimtevaart in de Kennis- en Innovatieagenda 2018-2021¹³ opgenomen als één van de tien sleuteltechnologieën, die bij kan dragen aan de maatschappelijke uitdagingen Energie

¹⁰ Zie ook Ref.1 Regeerakkoord 2017-2021

¹¹ Zie o.a. Ref.6 Dialogic Evaluatie Ruimtevaartbeleid

¹² Zie ook Ref.19 Adviescommissie Satellietdatagebruik

¹³ Ref.12 KIA 2018-2021

en CO₂, Landbouw en voeding, Klimaat en water, Circulaire economie, Mobiliteit en transport en Veilige samenleving. Hieraan gerelateerd kan ruimtevaart bijdragen aan de onderzoekagenda's van nagenoeg alle Topsectoren¹⁴. In Topsectoren als Agro&Food, Water, Logistiek en Energie kunnen met name downstream-toepassingen een rol spelen. In de Topsector HTSM zit ruimtevaart vooral in de roadmaps Space en Advanced Instrumentation. Zichtbaarheid en benutting van de mogelijkheden van ruimtevaart in de Topsectoren verdienen versterking. Noemenswaardig hierbij zijn ook de financiële instrumenten van RVO, en oprichting van Invest NL, bedoeld voor garanties, kredieten en financieringsinstrumenten voor financiering van oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen, waar ook voor de ruimtevaart mogelijk kansen liggen.

Wetenschap

De Nationale Wetenschapsagenda (NWA¹⁵) speelt een groeiende rol binnen het nationale wetenschapsbeleid, tevens gerelateerd aan de NWO-Roadmap voor grootschalige infrastructuur¹⁶. Ruimtevaart kan, zowel met toepassingen als met technologie, bijdragen aan het wetenschappelijke onderzoek binnen zeker 16 van de 25 routes van de NWA. Zichtbaarheid en benutting van de mogelijkheden van ruimtevaart binnen de NWA verdienen versterking. De toenemende mogelijkheden van satelliet-aardobservatie versterken de organisatie en de positie van het Nederlandse wetenschappelijke aardobservatieonderzoek, waarbij men zich meer en meer richt op synergie en interdisciplinaire samenwerking ten behoeve van benutting van satellietdata voor geïntegreerde 'Systeem Aarde' toepassingen, zoals nodig is voor bijvoorbeeld het klimaatonderzoek. Daarbij gaat ook speciale aandacht uit naar modellering, kalibratie/validatie en geavanceerde data-exploitatie¹⁷. Ook de Nederlandse wetenschappelijke planeetonderzoeksgemeenschap versterkt zijn positie door een betere organisatie rondom de benutting van de ruimte-infrastructuur, waarbij aardwetenschappers en astronomen de handen ineenslaan ten behoeve van baanbrekend onderzoek aan planeten in ons zonnestelsel en exo-planetten daarbuiten¹⁸. Op het gebied van de astronomie zien we een toenemende betrokkenheid van wetenschappelijke organisaties bij de ontwikkeling en benutting van ruimte-infrastructuur op nieuwe thema's, die de van oudsher al solide positie van de astrofysica verder verbreedt en versterkt¹⁹.

Economische effecten

In het Regeerakkoord 2017²⁰ wordt de waarde van ESTEC als onderdeel van de innovatiekracht erkend (thema: economie, innovatie, vestigingsklimaat), waarbij gesteld wordt dat voldoende budget voor de ESA-inschrijving essentieel is. Zo zien we bijvoorbeeld een groei van de economische waarde van informatie afkomstig uit satelliettoepassingen in de markt. Toenemende behoefte aan en gebruik van zulke informatie jaagt de ruimtevaart aan, in eerste instantie de downstreamsector, en uiteindelijk ook de ontwikkelingen van nieuwe ruimte-infrastructuur (upstream). Op deze manier ontstaat vanuit de vraagmarkt een katapult (multiplier) effect voor investeringen in de ruimtevaart, waarvan de waarde overigens buiten het ruimtevaartdomein zichtbaar is. De overheid moet hierin wel een rol als investeerder spelen gezien de lange looptijden en terugverdientijden van vooral upstream-ontwikkelingen. Tevens kan de overheid een belangrijke stimulans geven als launching customer, en kan Nederland ook op die manier profiteren van meer synergie tussen institutionele en commerciële ruimtevaartactiviteiten.

Internationale samenwerking en export

De internationale positie van Nederland als ruimtevaartland wordt versterkt door internationale samenwerking en op de export(markt) gerichte activiteiten, zoals deelname aan en organisatie van handelsmissies. Zo wordt Nederlandse ruimtevaartexpertise op het gebied van satellietinformatiediensten ingezet in het kader van ontwikkelingssamenwerking. BZ/OS heeft met het internationaal georiënteerde G4AW-programma een programma opgezet dat wereldwijd als

¹⁴ Zie ook Ref.18 Ministeriële brief Innovatiebeleid

¹⁵ Ref.11 NWA

¹⁶ Ref.13 NWO Roadmap grootschalige infrastructuur

¹⁷ Zie ook Ref.14 Earth Observation research strategic plan (draft)

¹⁸ Ref.22 Position paper Planeetonderzoek

¹⁹ Ref.24 NCA Astronomy Strategic Plan

²⁰ Ref.1 Regeerakkoord 2017-2021

zeer geslaagd wordt erkend en dat tegelijkertijd verschillende doelen dient: ontwikkelingssamenwerking, het stimuleren van satellietgebruik, en het bevorderen van de implementatie van innovaties. Nederland wordt in de wereld gezien als expert op het gebied van water en landbouw en de ruimtevaart zou hiervan moeten kunnen profiteren. In 2018 is Nederland gastland geweest van een zeer succesvolle International Space University, met goede internationale uitstraling voor Nederland als ruimtevaartland.

Defensie en veiligheid

Militair gebruik van de ruimte wordt meer en meer een vaste waarde. Gebruik van bestaande infrastructuur (en de diensten die daaruit kunnen voortvloeien), maar ook specifieke inzet vanuit het optimaal functioneren van onze krijgsmacht.

In het najaar van 2018 is de Defensie Industrie Strategie (DIS) nota gepubliceerd met daarin ruimtevaart/satellieten als relevant technologiegebied.

Ook Europees is er steeds meer aandacht voor 'defence and security'. De EU

Ruimtevaartprogramma's besteden ook aandacht aan militair gebruik:

- Galileo / PRS (positiebepaling);
- Copernicus (aardobservatie);
- GovSatcom ('secure' communicatie);
- Space Situational Awareness (Space security, Space Weather, ..).

2.4 Ontwikkelingen in de ruimtevaart

In de vorige paragrafen is een aantal relevante ontwikkelingen in de omgeving van de ruimtevaart beschreven. Hier worden kort enkele ontwikkelingen binnen de ruimtevaart geschetst.

Miniaturisatie, constellaties

Door gebruik te maken van ontwikkelingen in de miniaturisatie van technologie worden de nuttige gebruiksmogelijkheden van kleine satellieten en sensoren steeds groter. Samen met low cost manufacturing vormt miniaturisatie de basis voor de trend naar (mega)constellaties²¹ voor aardobservatie, communicatie en wetenschap. Zo worden in de satelliet-telecommunicatie megaconstellaties van kleine satellieten steeds belangrijker, terwijl de grote, zware geostationaire satellieten die tot nu toe de markt beheersten minder vaak gelanceerd worden. Hiernaast is er, naast de trend naar steeds lagere kosten en hergebruik van de bestaande categorie zware lanceerders, internationaal veel aandacht voor het ontwikkelen van kleine lanceerders. Dit gebeurt onder zowel institutionele als private initiatieven, zoals de opkomst van onder meer SpaceX met de Falcon 9 met veel lagere lanceerprijzen. Dit draagt bij aan het einde van de ooit zo succesvolle Ariane 5 en de uitdagende start van de nieuwe Ariane 6 in de komende tijd.

Informatiediensten

Naast technologische innovaties en een grotere behoefte aan satelliettoepassingen dragen ook innovatieve businessmodellen bij aan de grotere mogelijkheden met ruimtevaart. Er komt wereldwijd steeds meer satellietdata beschikbaar, zowel commercieel als institutioneel. En deze nieuwe data zijn in veel gevallen ook nog eens meer gedetailleerd en veelzijdiger. Aardobservatiesensoren zitten steeds vaker op kleine satellieten, bv. CubeSats, als onderdeel van constellaties. Deze satellieten worden niet meer actief aangestuurd ('tasking') om specifieke opnames te maken, maar leveren continu en wereldwijd data. Hierdoor ontstaat geleidelijk aan een 24/7 monitoringssysteem in de ruimte waarvan de data via informatiediensten ten goede komen aan de wereldwijde gebruikers. Informatie afgeleid uit satellietdata komt daarmee ook steeds meer beschikbaar voor non-expert gebruikers, op termijn resulterend in een situatie waarbij ruimtevaart een 'commodity' is geworden. De gebruiker weet niet, en hoeft ook niet te weten, dat satellieten aan de basis staan van informatiediensten. Satellietdata vinden op deze manier hun weg in brede lagen van de samenleving die ver buiten het ruimtevaartdomein liggen. Deze data- en informatie-ontwikkelingen worden mede mogelijk gemaakt door de digitale revolutie, die grote impact heeft op, en veel mogelijkheden biedt voor, de ruimtevaart. Het gaat om het benutten van de mogelijkheden van data science inclusief Artificial Intelligence, inclusief de steeds groter wordende impact van Machine Learning, Data Platforms, Internet-of-Things, e.d.

²¹ Zie o.a. Ref.20 Ruimtevaartnetwerkmiddag 6 december 2018

Ook de Nederlandse samenleving profiteert zo steeds meer van satellietdata-toepassingen, bijvoorbeeld op het gebied van luchtkwaliteit, klimaat, weer en bodemdaling. Een sprekend voorbeeld is het Nederlandse paradepaardje TROPOMI, een atmosfeerinstrument dat, zo kort al na de lancering, zeer succesvol is gebleken in het monitoren van bronnen en verspreiding van luchtvervuiling.

Vraagsturing en investeringen

Vraagsturing wordt wereldwijd steeds belangrijker als driver voor nieuwe ontwikkelingen in de ruimtevaart. Dat gaat hand-in-hand met de sterk toenemende commercialisering in de ruimtevaart, zowel upstream (lanceringen, kleine satellieten, innovatieve technologieën) als downstream (toepassingen, informatie-dienstverlening).

Wat betreft de downstream-markt zien we een sterk groeiende behoefte aan informatie die satellietdiensten zouden kunnen leveren. Omdat deze markt nog (deels) onvolwassen is, gaat het implementeren van innovaties, zoals ruimtevaart, nog niet altijd vanzelf²². De overheid kan vanuit het ruimtevaartbeleid in deze fase dan ook een belangrijke rol spelen, door bij te dragen aan het inventariseren en stimuleren van de (overheids)behoefte aan satellietdiensten, aan commerciële markten en export, en aan het in kaart brengen en wegnemen van mogelijke belemmeringen voor de (operationele) implementatie van innovatieve satellietdiensten. Voor de upstream-markt blijft, gezien de investeringen die nodig zijn om tot een verkoopbaar product te komen, een overheidsrol, ook op langere termijn, belangrijk. In met name de VS is echter ook een toename zichtbaar van (grote) private investeringen in de ruimtevaart, van upstream tot downstream. In Europa blijven zulke investeringen beduidend achter. Daar komt bij dat landen als China en India een steeds vooraanstaandere positie innemen in de ruimtevaart, zowel op het gebied van aardobservatie als astronomie en exploratie. Tevens spelen deze landen een steeds grotere rol op het gebied van lanceringen. Maar ook de opkomst van bv. Space-X als commerciële lanceerder zet druk op de institutionele lanceermarkt.

Exploratie

Ook binnen het ruimtevaartdomein worden we geconfronteerd met nieuwe thema's waar een antwoord op nodig is. Nog los van, vooral private en op het grote publiek gerichte thema's als 'ruimtetoerisme', is het thema 'exploratie' (niet te verwarren met het ESA Exploration programma) bezig aan een comeback. Dit heeft twee oorzaken. Ten eerste is door moderne technologie (snellere computers, autonome systemen en robotica) het steeds makkelijker geworden om de infrastructuur op te bouwen. Daarnaast zouden de lagere kosten van herbruikbare lanceerders en commercieel beschikbare technologieën exploratie betaalbaarder kunnen maken. In de VS wordt vanuit zowel de particulier hoek (SpaceX met de Starship raket) als vanuit NASA gewerkt aan een robuust Exploratie-programma. NASA heeft als doel de opgedane ervaring met het ISS te benutten om ook een station bij de maan te bouwen. Vanuit daar kan het Maanoppervlak bereikt worden en het kan als stap dienen voor reizen naar Mars. ESA wil daar graag aan meedoen.

Satellietcommunicatie

Ook een thema als satellietcommunicatie (communicatie van, naar en tussen satellieten) staat momenteel volop in de belangstelling. Binnen dit domein komen nog steeds nieuwe spelers en worden nieuwe toepassingen ontwikkeld. Mede door de groeiende behoefte aan terrestrische mobiele communicatie staat de beschikbare frequentie-ruimte voor satellietcommunicatie in het radio-domein onder druk. Gebruik maken van het optische domein op basis van laser-communicatie biedt een aantrekkelijk alternatief, mede vanwege de beveiliging, snelheid en veel grotere bandbreedte. Nederland heeft op basis van voorgaand onderzoek en ontwikkeling op laser- en fotonica-gebied een sterke uitgangspositie in deze potentieel zeer lucratieve markt. Optische satellietcommunicatie ('laser-satcom') is daarmee een belangrijk punt van aandacht voor het toekomstige ruimtevaartbeleid.

Drones, HAPS

Tenslotte: De groei van het belang en de zichtbaarheid van ruimtevaart leidt er ook toe dat de sector aangesproken wordt op thema's die op of buiten de grens van het ruimtevaartdomein

²² Zie o.a. Ref.19 Adviescommissie Satellietdatagebruik

liggen. Denk aan bijvoorbeeld 'pseudo-satellieten' die, anders dan 'echte' satellieten die in een baan om de aarde zitten, slechts tijdelijk op de grens van waar de ruimte begint vliegen (HAPS, High Altitude Pseudo Satellites). Ook wordt de aarde geobserveerd met remote sensing technieken met satelliet sensoren maar dan vanaf drones (in het algemeen UAV's, dat staat voor Unmanned Aerial Vehicles). Er zijn mogelijkheden voor spin-in en spin-off, maar het staat los van het ruimtevaartdomein. Vergelijk hierbij de 'new space' thema's die o.a. bij ESA aan de orde komen onder de noemer Space 4.0.

2.5 Waarde van de ruimtevaart voor/in Nederland

Waar ligt de waarde ruimtevaart en wie profiteert daarvan? Naast de (economische) waarde die de ruimtevaart(sector) zelf vertegenwoordigt (aan de ene kant investeringen in en opbrengsten uit de ruimtevaartsector en aan de andere kant de door ruimtevaart geïnduceerde maatschappelijke opbrengsten vanwege technologie, wetenschap, educatie, etc.) komt de waarde van ruimtevaart vooral *buiten* het ruimtevaartdomein tot uitdrukking, bijvoorbeeld in de vorm van maatschappelijke opbrengsten op het gebied van informatievoorziening, veiligheid, welvaart en welzijn. Die waarde is zichtbaar in zowel de wetenschap, de maatschappij als de economie buiten de ruimtevaartsector om. Daarbij is het essentieel te beseffen dat in veel gevallen één ruimtevaart-asset (satellietmissie, instrument, data/satellietbeeld) veelal meer toepassingsgebieden bedient. Daarom wordt de waarde van ruimtevaart voor overheid, samenleving, wetenschap en economie vooral in synergie gerealiseerd²³.

De waarde van ruimtevaart voor de wereldmarkt in de vorm van satellietdata en -toepassingen is al aanzienlijk. De verwachting volgens diverse rapporten is dat de markt voor satellietdata en -toepassingen het komend decennium stevig door zal groeien. Zo voorziet het Amerikaanse bureau Northern Sky Research²⁴ de komende 10 jaar een groei van de aardobservatiemarkt van €2,7 miljard naar €6 miljard, met een verdubbeling van het aandeel van 'small satellites'. EuroConsult²⁵ verwacht zelfs een groei van de aardobservatie-dienstensector naar €9 miljard de komende 10 jaar.

Vanuit een gebruikersperspectief kan de maatschappelijke relevantie van ruimtevaart echter alleen worden gerealiseerd als eindgebruikers over data en signalen uit de ruimte kunnen beschikken, dan wel over de diensten die op deze data en signalen gebaseerd zijn²⁶. Dat vereist het investeren in nieuwe ruimtevaartontwikkelingen.

Sterke Nederlandse ruimtevaartpositie

Ruimtevaart is waardevol voor de wereldgemeenschap in het algemeen, en voor de Nederlandse samenleving in het bijzonder. De Nederlandse ruimtevaartsector draagt aan die waarde bij. Nederlandse (investeringen in) ruimtevaartontwikkelingen hebben geleid tot een sterke (internationale) positie van Nederland als ruimtevaartland, die mede tot uiting komt door het relatief grote aantal internationale samenwerkingsverbanden dat Nederland, als relatief kleine ESA-lidstaat, heeft. De recente evaluatie van het Nederlandse ruimtevaartbeleid heeft ook de stelling opgeleverd dat ruimtevaartprojecten weliswaar langjarig en risicovol zijn, maar dat macro-economisch gezien de efficiency en effectiviteit zelfs op de korte termijn een meerwaarde hebben.

Nederland huisvest op eigen grondgebied ESTEC, de belangrijkste en grootste ESA-vestiging. Dat is van groot belang voor Nederland, niet alleen door de economische waarde, maar, als een van de grootste R&D-instellingen in Nederland, ook vanwege de waarde voor de hele ruimtevaartsector (zie bijvoorbeeld het ESTEC White Paper²⁷). De waarde van ESTEC is recentelijk nog eens door overheid (regiomiddelen), provincie en gemeentes bevestigd in het Space Campus initiatief. Recentelijk is naast ESTEC ook het EU Galileo Reference Center (GRC) in Nederland gevestigd, wat in Galileo-kader voor Nederland vooral van belang is voor Security, verificatie en validatie van navigatiesignalen, en in de toekomst wellicht PRS.

²³ Zie o.a. Ref.7 TK AO 12-09-2018

²⁴ <https://spacenews.com/forecasts-call-for-rapid-growth-in-the-earth-observation-market/>

²⁵ http://www.euroconsult-ec.com/17_October_2018

²⁶ Ref.2 Adviesaanvraag

²⁷ Ref.10 ESTEC White Paper

De Nederlandse expertise in de ruimtevaart is zowel breed als sterk op belangrijke (deel)gebieden. Nederland heeft een internationaal erkende toppositie op het gebied van de ontwikkeling en het wetenschappelijk gebruik van ruimte-instrumenten in het optische meetdomein voor astrofysica en atmosfeeronderzoek, met als meest recente succesvolle missies HIFI (astrofysica) en TROPOMI (atmosfeerobservatie). Het succes van deze en andere ruimte-instrumenten is mede te danken aan de geïntegreerde keten-aanpak voor de ontwikkeling van wetenschappelijke missies in de aardobservatie- en astrofysica-programma's, van wetenschappelijke vraagstelling, technische eisen, instrumentontwikkeling, cal/val, tot wetenschappelijke dataverwerking en -exploitatie.

De Nederlandse sterkte op optisch gebied komt mede tot stand door nauwe samenwerking en kennisuitwisseling tussen de ruimtevaartsector met organisaties als TNO en ASML. Deze Nederlandse capabilities leiden momenteel tot een zeer goede uitgangspositie voor Nederland op het gebied van satelliet-lasercommunicatie, een thema dat in het kader van connectiviteit steeds belangrijker aan het worden is.

Nederlandse wetenschappers die gebruik maken van ruimte-infrastructuur hebben een toonaangevende positie op het gebied van de astronomie, de aardwetenschappen en het planeetonderzoek. In de aardwetenschappen heeft het programma Gebruikersondersteuning Ruimteonderzoek (GO) bijgedragen aan kennisbenutting door en spin-off van value-addingbedrijven.

De industriële positie van Nederland op het gebied van bv. (raket)structuren, zonnepanelen en ontstekers is van groot belang. Ook is het Nederlandse ruimtevaartbedrijfsleven, mede in samenwerking met kennisinstellingen, koploper op het gebied van nano-satellieten en geminiaturiseerde instrumenten.

Het door de Nederlandse overheid enkele jaren geleden in het leven geroepen Satellietdataportaal is uniek in de wereld en heeft een duidelijke voorbeeldfunctie. Het heeft aantoonbaar bijgedragen aan de toename van het gebruik van satellietdata door en voor de overheid en de markt. De SBIR-satellietdata-toepassingen, die sinds een aantal jaren uitgevoerd wordt, gericht op applicatieontwikkeling voor overheidsorganisaties en gebruik makend van data uit het SatDP, heeft hier sterk aan bijgedragen. Ook deze SBIR is, in vergelijking met de landen om ons heen, een unieke en succesvolle Nederlandse aanpak, resulterend in nieuwe productontwikkeling, efficiëntere overheidsprocessen en het stimuleren van satellietgebruik²⁸. De positieve effecten van het SBIR-instrument op het stimuleren van de benutting van ruimtevaart worden ook bereikt met de uitbreiding van de SBIR-ruimtevaart naar het technologie-domein.

Ook het G4AW-programma is uniek en een voorbeeld in de wereld voor toepassing van satellietdata buiten het traditionele ruimtevaartdomein, namelijk voor ontwikkelings samenwerking ten behoeve van voedselzekerheid. Nederland heeft, mede door dit soort overheidsinvesteringen, een goede positie op het gebied van satelliet-(geo-)informatiediensten, die ook nog eens terug kunnen vallen op een sterke (wetenschappelijke) heritage op het gebied van modellering en dataexploitatie in de aardobservatie.

Waarom ruimtevaart belangrijk blijft voor Nederland

Het argument waarom ruimtevaart belangrijk is geldt wereldwijd. Waarom is het juist van belang dat ook Nederland actief is en blijft in deze markt? Naast de algemene punten die voor elke land gelden, zijn er voor Nederland drie specifieke argumenten.

Wil Nederland zich in toenemende mate blijven profileren als land waarin High-Tech-ontwikkelingen plaatsvinden, dan is het van belang dat er domeinen zijn waarop deze activiteiten kunnen plaatsvinden. Ruimtevaart is bij uitstek een domein voor Nederland om in hoogwaardige en innovatieve technologie bedrijvigheid te blijven ontwikkelen. Zo kan ruimtevaart van grote waarde zijn in het kader van het missiegedreven innovatiebeleid²⁹ op de thema's Veiligheid; Landbouw, voedsel en water; Gezondheid en zorg; en Energie en duurzaamheid. Nederland heeft op ruimtevaartgebied een uitstekende uitgangspositie, met een aantal organisaties die wereldwijd tot de top behoren. Daarenboven verkeert Nederland in de gelukkige situatie dat het grootste

²⁸ Ref.19 Adviescommissie Satellietdatagebruik

²⁹ Ref.18 Ministeriële brief Innovatiebeleid

instituut van ESA (ESTEC) in Nederland is gevestigd. Voor Nederland is daarom het behoud en de verdere ontwikkeling van ruimtevaartactiviteiten in Nederland een heel logische prioriteit.

Waarom het voor de Nederlandse overheid des te meer belangrijk is om de komende jaren ruimtevaart topprioriteit te geven, is dat er kansen liggen op een veel grotere commerciële markt die alleen vanuit een sterke institutionele positie bereikt kan worden. Indien Nederlandse kennisinstellingen en een toenemend aantal bedrijven een goede technologiebasis hebben in Nederland, liggen er in de komende jaren steeds grotere kansen op wereldwijde afzet. En daarmee meer kansen op hoogwaardige arbeid en economische ontwikkeling en de verdere opbouw van technologische kennis. De komende jaren zullen daarin heel belangrijk zijn. Een aantal andere landen, zoals het VK, intensificeert duidelijk hun overheidsinzet op ruimtevaartgebied ten einde dit op termijn meervoudig terug te gaan verdienen.

Een derde argument voor het grote belang van ruimtevaart voor Nederland is dat het onze wetenschappers (zoals de aardwetenschappers en astronomen) uitgelezen kansen biedt. Elk (wetenschappelijk) ruimtevaartprogramma waar Nederland actief in bijdraagt geeft Nederlandse wetenschappers het voorrecht op de voorste rij te zitten als het gaat om delen in de nieuwe inzichten en kennis die er opgedaan worden en daar vervolgens verder onderzoek op uit te voeren. Ook op dit gebied is het zo dat Nederland internationaal aanzien heeft opgebouwd en dat Nederland een aantal universiteiten en kennisinstellingen kent die bij elke gerichte stap van intensivering in ruimtevaart door Nederland mee kunnen profiteren. Op gebieden als astronomie, aardobservatie, klimaat en luchtkwaliteit levert Nederland top-wetenschappers die Nederland internationaal aanzien geven.

3. Visie en strategie van het ruimtevaartbeleid

Kernboodschap(pen):

- Ruimtevaart is steeds meer een vanzelfsprekend onderdeel van de (informatie)maatschappij
- Ruimtevaart creëert waarde voor economie, maatschappij en wetenschap. Met investeringen in ruimtevaart kunnen we daaraan dus een essentiële bijdrage leveren!
- Beleid moet gericht zijn op het etaleren en faciliteren van de mogelijkheden, overheids-brede samenwerking, en samenwerking publiek-privaat.

Visie

Naar onze overtuiging wordt de ruimtevaartontwikkeling in Nederland als volgt gekenmerkt: Ooit begonnen als technologische wedijver heeft de ruimtevaart geleid tot toepassingen die anders niet tot stand waren gekomen of veel duurder waren geweest. Ruimtevaart is daarmee een groeiend en veelal onmisbaar onderdeel van de moderne maatschappij voor: vitale infrastructuur voor informatiediensten, navigatie, communicatie en wetenschap & samenleving.

Ruimtevaart is een belangrijke *enabler* voor het inzichtelijk maken en helpen oplossen van de grote maatschappelijke uitdagingen. Regelmatig geactualiseerde informatie uit satellietdata draagt bij aan snellere besluitvormingsprocessen in beleidscycli van de overheid.

Er is nog een rijkdom aan onbenutte toepassingen die met de reeds beschikbare data van de huidige satellieten kunnen worden ingericht. Het ontbreekt nog aan brede kennis bij overheid en bedrijfsleven over deze mogelijkheden (en de wijze waarop dit in te bedden is in het bedrijfsproces). Er is al veel meer mogelijk dan alom bekend. Om de mogelijkheden beter te benutten en de innovaties vanuit de ruimtevaart ook (operationeel) te implementeren, kan het in sommige gevallen nodig zijn beleid, wet- en regelgeving hierop af te stemmen.

Ruimtevaart is een bron van inspiratie, vooral voor jongeren. De huidige generaties zijn mogelijk de eerste die de aarde grootschalig verlaten en deze vanuit een kosmisch perspectief kunnen zien. Exploratie door robots en wetenschappelijke missies hebben geleid tot een aardverschuiving in ons beeld van het universum en onze plaats erin. De publieke belangstelling hiervoor blijft onverminderd groot. Samen met het "Andre Kuipers effect" is dit voor velen een inspiratie om hun eigen dromen en ambities te volgen, en te kiezen voor wetenschappelijke en technische studies.

Ruimtevaarttechnologie draagt in belangrijke mate bij aan de positie van Nederland als 'technologieland'. Ruimtevaarttechnologie is high-tech en bevindt zich in de voorhoede van technologische doorbraken en innovaties.

De Nederlandse ruimtevaartsector heeft als gevolg van historische ontwikkelingen (zoals uit de sterrenkunde) en heldere keuzes een herkenbaar en sterk profiel. Het beschikt over wereldleidende kennis en producten: Nederlandse instrumenten voor astronomie en remote sensing van de aardatmosfeer zijn wereldwijd toonaangevend; de Nederlandse industrie levert onderdelen voor vrijwel elke raket en satelliet die in Europa wordt gelanceerd, en ook op de wereldmarkt (primair zijn dit structuurdelen, zonnepanelen, voortstuwings- en standregelsystemen). Het exploiteren van deze capabilities en er op verder bouwen is een investering die zich ruimschoots terugbetaalt.

Op basis van deze kenmerken, en met inachtneming van de in hoofdstuk 2 beschreven ontwikkelingen, zien wij de volgende uitdagingen:

1. Meer *bekendheid* creëren van de mogelijkheden met data en diensten vanuit de ruimte bij overheden en bedrijven, en hoe dit bijdraagt aan een meer duurzame samenleving.
2. Een veel betere aansluiting gaan maken tussen partijen in de ruimtevaartketen (overheden, kennisinstellingen, bedrijven), van vragende partijen (behoeftezoekers/klanten) tot bijdragen vanuit de ruimtevaartsector (upstream en downstream).
3. Bevorderen van de groei van de commerciële ruimtevaartactiviteiten in Nederland buiten het ESA-ruimtevaartbudget.
4. Het voorkomen van negatieve consequenties voor de positie van Nederland in ESA en voor nationale ruimtevaartontwikkelingen vanwege de extreem lage bijdrage van Nederland in de ESA optionele programma's vergeleken met de verhouding die op basis van het BNP mag worden verwacht (1,8% t.o.v. 4,8% waarmee Nederland binnen ESA afgezaakt is naar plaats 10).

Strategie

Het aangaan van de hierboven genoemde uitdagingen vergt een strategie die enerzijds gericht is op de hierboven beschreven visie en anderzijds recht doet aan de mogelijkheden van het Nederlandse ruimtevaartbeleid en de positie van de Nederlandse ruimtevaartsector.

De sterke positie die Nederland als ruimtevaartland heeft is het resultaat van decennialange inspanningen en ontwikkelingen³⁰. Om die positie te behouden en versterken is het ruimtevaartbeleid gericht op het consolideren en uitbouwen van de kennis- en producten-portfolio's die de Nederlandse kennisinstellingen en industrie bezitten. Daarbij richt het beleid ter stimulering van technologische ontwikkelingen zich op die punten waar er uiteindelijk maximaal rendement te halen is buiten de ESA-opdrachten om. Het gaat om activiteiten die in de markt meerwaarde kunnen genereren en een multipliereffect hebben. Bij activiteiten waar geen multipliereffect is te verwachten, zoals bij exploratie, wordt zo veel mogelijk aangesloten bij producten en kennis waar dat wél zo is, om alsnog extra rendement te genereren.

Om de benutting van ruimtevaart door de samenleving als geheel te versterken, zal bij de ministeries en bijbehorende uitvoeringsorganisaties concreet inzichtelijk gemaakt worden wat ruimtevaart bijdraagt aan hun beleidsdoelen en aan belangrijke maatschappelijke uitdagingen, zoals een meer duurzame samenleving. Voor wat betreft het ruimtevaartdomein heeft de overheid een dubbelrol: de overheid als afnemer van ruimtevaartproducten en -diensten, en de overheid als aanjager van/investerder in (nieuwe) ruimtevaartontwikkelingen. Dat geldt overheids-breed, en het ruimtevaartbeleid richt zich dan ook op het intensiveren van de betrokkenheid van al betrokken en nieuw te betrekken ministeries bij de financiering van ruimtevaartontwikkelingen en het versterken van de rol van bv. uitvoeringsorganisaties als afnemers van ruimtevaartdiensten.

Satellietdata komen in steeds grotere hoeveelheden beschikbaar. Tegelijkertijd groeit het aantal mogelijkheden en toepassingen om waardevolle informatie te halen uit deze satellietdata, ten behoeve van overheden, wetenschappers, bedrijven en consumenten. Vanuit het ruimtevaartbeleid zal geïnvesteerd worden in bredere bekendheid bij overheden en bedrijven van de reeds beschikbare en toekomstige mogelijkheden met satellietdata. In lijn hiermee zal vanuit het ruimtevaartbeleid het opzetten van nieuwe toepassingen met satellietdata in Nederland gestimuleerd worden. Bij het ontsluiten en benutten van open satellietdata zal samenwerking in internationale context nagestreefd worden.

Ruimtevaart biedt veel kansen voor internationale handelsbevordering, in samenhang met typisch Nederlandse sterktes op het gebied van bv. water en landbouw. Om de kansen voor ruimtevaart op de wereldmarkt te vergroten is het belangrijk dat we duidelijk in de etalage zetten waar we

³⁰ Zie o.a. Ref.4 Ruimtevaartbeleidsadviezen 2012, 2014, 2016

goed in zijn. Nederland heeft als ruimtevaartland een sterke positie met wereldwijd toonaangevende wetenschap (astronomie, aardobservatie-onderzoek, planeetonderzoek), technologieën (instrumenten, structuren, componenten) en toepassingen (aardobservatiedienstverlening). Door middel van ondersteuning vanuit het ruimtevaartbeleid worden deze posities behouden en versterkt. Daarbij wordt samengewerkt met het postennet waar nodig.

Ook op het gebied van de ruimtevaart erkent Nederland de waarde van internationale en Europese samenwerking. Nederland blijft loyaal lid van ESA en neemt actief deel in de voor de ruimtevaart relevante EU-programma's.

Ruimtevaart is bij uitstek een onderwerp dat raakvlakken heeft met uiteenlopende andere gebieden en beleidsterreinen. Ook binnen het ruimtevaartdomein komen partijen met uiteenlopende achtergronden bij elkaar. Om Nederland meer te laten profiteren van ruimtevaart, bevordert het ruimtevaartbeleid dan ook de synergie tussen wetenschap, maatschappij en economie (zoals bv. op het gebied van toepassingen en technologieontwikkeling), tussen nationale en internationale ruimtevaartactiviteiten (niet alleen in ESA- en EU-verband maar ook bv. bilateraal) en tussen de ruimtevaartsector en de niet-ruimtevaartsectoren (zoals bv. met de verschillende Topsectoren). Synergie wordt ook nagestreefd t.a.v. de financiering van ruimtevaart. Dat betreft aan de ene kant een intensivering van de ruimtevaartondersteuning vanuit departementen buiten het ruimtevaartbeleid. Daarnaast wordt intensivering nagestreefd van de benutting van het netwerk en de instrumenten van RVO.

Om invulling aan al die aspecten van synergie te geven wordt met de betreffende sectoren, organisaties en partijen zoveel mogelijk afgestemd. Aan de departementale kant vervult de Interdepartementale Commissie Ruimtevaart (ICR), waarin de departementen die een belang hebben bij ruimtevaart hun beleid afstemmen, een belangrijke rol ter bevordering van de synergie in het ruimtevaartbeleid voor de overheid als geheel. Dat betreft zowel de ruimtevaarttechnologie-ontwikkeling als het gebruik van satelliettoepassingen. Meer synergie wordt ook nagestreefd in de samenwerking met andere overheidsorganisaties zoals uitvoeringsdiensten en -organisaties en wetenschappelijke en kennis/technologie-instituten die betrokken zijn bij de ruimtevaart, waarbij ook de relevante partijen uit de ruimtevaartindustrie niet mogen ontbreken. Het NSO zal hier een regierol in vervullen.

4. Prioriteitenkader

In lijn met de Nota Ruimtevaartbeleid 2016 en de Kamerbrief over de Evaluatie van het Ruimtevaartbeleid 2012 – 2016³¹ is het NSO verzocht het advies te baseren op een prioriteitenkader betreffende de inzet van de ruimtevaartbeleidsmiddelen³². Om uiteindelijk te komen tot een overzicht van prioritaire onderwerpen wordt in dit hoofdstuk eerst de opzet van het prioriteitenkader gegeven en worden daarna inhoudelijk beschreven op basis van welke criteria binnen deze opzet gewicht gehangen kan worden aan de verschillende onderdelen. In hoofdstuk 5 wordt het prioriteitenkader toegepast met inachtneming van de ontwikkelingen, doelen, visie en strategie uit hoofdstukken 2 en 3, met als resultaat een overzicht van onderwerpen en volgorde van belangrijkheid passend bij de komende drie jaren. De mate van detail in dit pre-advies is nog niet tot op het niveau van inschrijving in programma's, omdat de (ESA-)programma's zelf nog niet volledig in detail bekend zijn. In hoofdstuk 6 wordt aangegeven – uitgaande van het bestaande financiële kader – tot op welke hoogte de verschillende prioritaire onderwerpen ondersteund kunnen worden, en welke onderdelen in dit scenario onbenut blijven. Genoemde bedragen in dit pre-advies zitten binnen een bepaalde bandbreedte en zijn dus niet exact.

4.1 Opzet prioriteitenkader

Het NSO hanteert de volgende uitgangspunten bij de keuze van de in te zetten financiële middelen. Het is een logische opzet die start met de meest vaste elementen en toewerkt naar het deel met de meest vrije keuzeruimte.

Hoewel de inschrijving in ESA-kader belangrijk is, spelen binnen het nationale Ruimtevaartbeleid ook de niet-ESA onderdelen een wezenlijke rol. Daartoe moeten op voorhand dan ook (financiële) middelen gereserveerd worden, die met name in de beginfase van applicatie- en technologieontwikkelingen (lagere SRL resp. TRL) een rol zullen spelen. Te denken valt aan SBIR Ruimtevaart, NWO-regelingen die door NSO worden uitgevoerd en het Satellietdataportaal. Belangrijk is ook te beseffen dat de uiteindelijke inschrijving in ESA-programma's de budgetomvang van de komende drie jaar overschrijdt. Zoals ook in het verleden is gebeurd kan verplichtingruimte uit latere jaren naar voren gehaald worden terwijl de betalingsruimte (kasuitgaven) in de latere jaren blijft staan.

Uitgangspunten (volgordelijk):

1. Op basis van het Nederlandse lidmaatschap van ESA dient Nederland op de eerste plaats de verplichte bijdrage van deze inschrijving te voldoen. Dit budget is deels bestemd voor het Science programma en deels voor de basisinfrastructuur voor Europese Ruimtevaart, waaronder het onderhouden van een lanceersite (Kourou, Frans-Guyana) en de operatie van ESA-sites, zoals bijvoorbeeld ESTEC te Noordwijk. Doordat het een generieke inschrijving betreft kan Nederland op moment van betaling daar geen sturing aan geven. Tegelijkertijd zal een groot deel van de inschrijving in de vorm van in competitie verworven opdrachten in Nederland weer terugkomen.
2. Middelen van het budget reserveren voor uitgaven waar Nederland aan gebonden is (gecommitteerd is) vanwege eerder aangegane afspraken. In het verleden heeft Nederland de afspraak gemaakt om structureel mee te financieren aan de operatie van het ISS. Daarnaast zijn er eerder afspraken gemaakt in het kader van de levering van componenten van de nieuwe Ariane 6 en de succesvolle Vega-raket.
3. Basis op orde. Dit betreft het zorgen voor een optimale infrastructuur in Nederland om belangrijke investeringen in eerdere satellietprogramma's optimaal te benutten, opdat satelliettoepassingen gebruikt kunnen worden door en voor de overheid of door de markt verder ontwikkeld kunnen worden in Nederland of voor de export. Bij deze basisvoorzieningen hoort ook de benutting van ESTEC en outreach-activiteiten die onmisbaar zijn voor het draagvlak en nut van ruimtevaart voor de samenleving.

³¹ Ref.6 Dialogic Evaluatie Ruimtevaartbeleid

³² Ref.2 Adviesaanvraag

4. Na afdracht van de middelen ten behoeve van de doelen in bovenstaande uitgangspunten resteert een zeker vrij budget waarmee door de te maken keuzes in allocatie van deze gelden naar onderwerpen directe sturing plaatsvindt op de te ondersteunen onderwerpen en achterliggende doelen. Het gewicht dat elk van deze onderwerpen meekrijgt vindt plaats op basis van afweging tegen een aantal criteria. Deze criteria worden hierna beschreven (paragraaf 4.2). Hoe hoger de onderwerpen scoren op deze criteria, hoe zwaarder het gewicht. De afweging vindt plaats met inachtneming van de context uit eerdere hoofdstukken van dit advies.

5. Onderwerpen met een hogere score op de criteria krijgen een verhoudingsgewijs grote support dan onderwerpen met een lager gewicht. Het is van belang dat onderwerpen met een lager gewicht niet door die met een hoger gewicht compleet verdrongen worden, want dat zou de overheid tot onbetrouwbare partij maken omdat dit een deel van de ruimtevaartindustrie direct raakt. Uiteraard kan er wel intensivering of verlaging volgen uit de prioriteitstelling.

6. Het laatste uitgangspunt is om van de vastgestelde budgetten per beleidsonderdeel een deel als generieke reserve aan te houden om onvoorziene tegenvallers in projecten op te kunnen vangen, of juist baanbrekende nieuwe technologische kansen die ontstaan in de opvolgende drie jaar te kunnen ondersteunen.

4.2 Criteria binnen het prioriteitenkader

Voor het vrij besteedbare deel van het ruimtevaartbudget (uitgangspunt 4) kan, aan de hand van een set *kwalitatieve* criteria, gewicht worden gegeven aan de verschillende beleidsonderdelen. Deze prioriteiten geven dus *niet de absolute waarde* aan van het betreffende beleidsonderdeel, maar zijn 'budget-prioriteiten', bedoeld om door het maken van keuzes (een deel van) de ruimtevaartmiddelen van de overheid zo effectief mogelijk in te zetten in de komende beleidsperiode. Hierbij wordt ook uitgangspunt 5 (uit de vorige paragraaf) gehanteerd, wat zegt dat er geen complete 'verdringing' plaats zal vinden vanwege een eventuele lagere prioriteit.

In algemene zin, aansluitend bij hoofdstuk 2, is het belang van ruimtevaart dat het grote meerwaarde kan leveren zowel op belangrijke maatschappelijke vraagstukken, op economische thema's en op wetenschappelijke thema's. De mate waarin de verschillende onderwerpen positieve impact hebben op deze drie gebieden bepaalt uiteindelijk het relatieve belang van dat onderwerp. Daarbij zijn er onderwerpen die op elk van de drie doelen scoren en onderdelen die slechts op een of twee van de doelen een bijdrage leveren. Voor een deel gaat het om een kwalitatieve beoordeling. Bij elk van de onderwerpen kan ook een indicatie worden gegeven voor welk beleidsveld (of departement) dit onderdeel relevant is. Elk van de drie criteria wordt hieronder toegelicht.

Tot slot zijn er twee criteria die niet in 'opbrengst-termen' aangeduid kunnen worden, namelijk 'ruimtevaart als bron van inspiratie', en 'politiek/strategische relevantie'. Dit zijn kwalitatieve criteria die vooral indirect en op lange termijn voordeel leveren aan de Nederlandse samenleving.

criterium 1: Maatschappelijke meerwaarde

Zoals blijkt uit hoofdstuk 2 vindt er een paradigmaverschuiving plaats om bij inzet van ruimtevaart steeds meer de focus te leggen op de (onmisbare) meerwaarde die de ruimtevaart heeft voor de maatschappij. Een voorbeeld zijn de grote ontwikkelingen op het gebied van het met behulp van satellietwaarnemingen monitoren van luchtkwaliteit en klimaat. Een andere belangrijke meerwaarde van ruimtevaart is te vinden op de gebieden van energietransitie & duurzaamheid, landbouw, water, voedsel, gezondheid, mobiliteit, ontwikkelingssamenwerking, en veiligheid. Veel missies en programma's die in ontwikkeling zijn (bijvoorbeeld nieuwe satellietinstrumenten of nieuwe (geo-)informatiediensten) leveren hier een belangrijke bijdrage aan. Er zijn tal van departementen die profijt kunnen hebben van deze investeringen. Tegelijk zal deels gelden dat als Nederland de investering niet doet, de ontwikkelingen vanuit andere landen overgenomen zullen worden.

criterium 2: Economische meerwaarde

De economische meerwaarde van de ondersteuning van een bepaald onderwerp of programma kan op vele manieren tot uiting komen. In de eerste plaats is de steun van de overheid (in het vrij

besteedbare deel) in veel gevallen gericht op technologieontwikkeling (met oog voor het product). Daarbij levert dat direct economische activiteit op (het ontwikkelen), maar het effect wordt sterker als met de ontwikkelde technologie er concreet zicht is op afzet van grote series op de commerciële markt, of in afgezwakte vorm een bedrijf een betere uitgangspositie krijgt voor nieuwe opdrachten in binnen- en buitenland. Dit is een belangrijk toetsingscriterium binnen dit onderdeel. De economische meerwaarde kan ook vorm krijgen doordat met de investering die gedaan wordt de positie van ESTEC in Nederland wordt verstevigd. Verder is er in Nederland ook aandacht om technologie die ontwikkeld is voor de ruimtevaart in te zetten buiten de ruimtevaart. Ook dat levert weer economische ontwikkeling op. Denkend in ketens kan bovendien een investering in een nieuw satellietinstrument verder in de keten economische activiteiten genereren in het opslaan van de data, verwerken van de data of diensten ontwikkelen op basis van die data, ook voor exportbevordering. Al deze aspecten wegen mee in het scoren van een economische waarde van ondersteunen van een bepaald onderwerp.

criterium 3: Wetenschappelijke meerwaarde

Binnen de standaard verplichte inschrijving gaat iets meer dan de helft van het budget naar het Science programma. In dit programma gaat het om astronomie en planeetonderzoek als wetenschapsdomeinen. Maar ook in het optionele deel van andere programma's zijn in ruimtevaart veel raakvlakken te vinden met wetenschap. Dat kan gaan om aardobservatie, zeer relevant voor klimaatwetenschappers, of ontwikkelingen op het gebied van Artificial Intelligence en data science. Verder liggen er in Nederland veel relaties tussen de wetenschap (universiteiten, instituten als SRON), andere kennisinstellingen (als TNO, NLR, Deltares, KNMI, RIVM) en industrie.

criterium 4: Bron van inspiratie

Ruimtevaart is een bron van inspiratie, zoals weinig of geen andere menselijke activiteiten dat zijn. Het gaat hier over ruimtevaartactiviteiten die, vanuit een meer persoonlijk/menselijk en maatschappelijk oogpunt, tot de verbeelding spreken, die inspireren, die bij bijna iedereen veel fascinatie teweegbrengen, bij alle bevolkingsgroepen en leeftijden, en die een verbindende werking hebben in een maatschappij en tussen landen. Misschien missies die in mindere mate dan andere programma's een economisch katapulteffect hebben, een zeer geringe meerwaarde hebben op thema's als bv. de SDG's, en die ten opzichte van andere onderzoeken minder bijdragen aan de wetenschap, maar die ons als mensheid wel erg aanspreken. Zulke activiteiten dragen net zo goed bij aan de versterking van het draagvlak voor en de benutting van ruimtevaart in de samenleving.

criterium 5: Politiek/strategische relevantie

Ruimtevaart als vorm van vitale infrastructuur en als speelveld van internationale samenwerking kan soms, buiten de waarde-creërende rol voor maatschappij, wetenschap, en economie, ook op zichzelf van politiek-strategische waarde zijn. Het maken van keuzes voor toekomstige ruimtevaartactiviteiten kan soms nodig zijn op basis van puur politiek-strategische overwegingen ten behoeve van de Nederlandse positie in het internationale speelveld, denk bv. aan *Access to Space*.

5. Ruimtevaartbeleid vanaf 2020

Kernboodschap(en):

- Ruimtevaart is van belang voor de overheid en samenleving/maatschappij als geheel.
- Vanuit de toenemende behoeftes aan – informatie afkomstig van – ruimtevaart (in wetenschappelijke vraagstukken, voor maatschappelijke uitdagingen, en ten behoeve van economische ontwikkeling) is vraagsturing een essentieel criterium bij het maken van keuzes. Daarbij worden de technologische mogelijkheden die aanwezig zijn in de Nederlandse sector optimaal meegewogen.
- Voor de institutionele ruimtevaartactiviteiten wordt een goede verhouding gezocht tussen ESA, EU, nationaal en internationaal, waarbij de kansen die deze kaders bieden optimaal worden benut.
- Nadrukkelijk wordt er rekening gehouden met de (verwachte) groei van de commerciële ruimtevaartactiviteiten, wat voor Europa een uitdagend perspectief is.

5.1 Advies voor het Nederlandse ruimtevaartprogramma

Toepassing van het prioriteitenkader

Het NSO heeft, op basis van het beeld van historische investeringen, inbreng van stakeholders over nieuwe kansen, bestudering van de ontwikkelingen binnen de ruimtevaart en de satellietdata-toepassingen (zie hoofdstuk 2), een overzicht gemaakt van onderwerpen waar de komende jaren een prioriteit over moet worden uitgesproken. Hierbij zijn, om de prioriteiten te bepalen, de uitgangspunten en de criteria van het prioriteitenkader (zie hoofdstuk 4) toegepast. Er is voor gekozen om de prioriteiten en het belang aan te geven op een abstractieniveau dat aansprekend is voor beleidsmakers en tegelijkertijd ook genoeg richtinggevend en afgebakend is.

Herhaald wordt hier dat de prioriteiten niet het *absolute* belang van het onderwerp aangeven voor de ruimtevaart en/of de Nederlandse samenleving, maar dat ze het *relatieve* gewicht voor de verdeling van het budget aangeven. Een prioriteit II of III betekent dus niet dat het betreffende onderwerp voor de ruimtevaart niet of minder belangrijk is, maar dat bij het maken van keuzes voor het inzetten van de overheidsmiddelen dat onderwerp later aan de beurt is.

Bij het toekennen van de prioriteiten zijn de scores op de drie 'opbrengst'-criteria (maatschappelijke, economische en wetenschappelijke meerwaarde) aan de ene kant afzonderlijk meegewogen, maar is er aan de andere kant ook nadrukkelijk gekeken naar de synergie tussen deze drie criteria, oftewel naar de gezamenlijke meerwaarde, waarbij, langs de hele keten, wetenschap, economie en maatschappij elkaar versterken.

Opgemerkt zij dat dit advies, voor zover het gaat over de inzet van middelen voor het nationale ruimtevaartbeleid, twee componenten kent: een component betreffende de inschrijving in ESA-kader (t.b.v. de ESA Ministerconferentie die eind 2019 in Sevilla gehouden wordt) en een component die niet tot de ESA-inschrijving behoort. Bij gelijkblijvend budget werkt het verschuiven van middelen tussen beide componenten als communicerende vaten.

Binnen de niet-ESA beleidsonderdelen gaat het NSO verplichtingen aan c.q. zet opdrachten uit. Dit gebeurt deels op basis van bestaande regelingen en deels op basis van beschikbaar budget (zoals bij het instrumentenbudget). Er is een probleem bij verplichtingen die niet gebaseerd zijn op een regeling. Hier speelt het systeem van de Europese aanbesteding en mogelijke staatssteun. NSO stelt voor om op korte termijn overleg te plegen met de departementen die vertegenwoordigd zijn in de stuurgroep NSO om met hen afspraken te maken hoe en wanneer het NSO gerechtigd is zulke verplichtingen aan te gaan.

De tabel hieronder geeft een beknopt overzicht van de beleidsonderwerpen met prioriteiten. De volgorde van de onderwerpen met gelijke prioriteit houdt geen ranking in.

De scores op de criteria zijn aangegeven met één tot vier *'s. De scores zijn *per beleidsonderdeel* en geven het relatieve gewicht per criterium aan. Dat betekent ook dat het aantal *'s op een bepaald criterium niet in absolute zin *tussen de beleidsonderdelen* met elkaar vergeleken kan worden. Voorbeeld: ** op het criterium 'economisch' bij het beleidsonderdeel Wetenschap betekent niet precies hetzelfde absolute gewicht als ** op dat criterium bij Exploratie. Ook het optellen van *'s per beleidsonderdeel geeft geen absolute indicatie van het belang ten opzichte van andere beleidsonderdelen. Uiteindelijk wordt ieder beleidsonderdeel op eigen merites beoordeeld.

Prioriteit	Beleids­onder­deel
Verplicht	<p>ESA General Budget en Kourou</p> <ul style="list-style-type: none"> • ESA-sites, waaronder ESTEC • Personeel en organisatie (o.a. pensioenen, educatie) • Basistechnologieprogramma's (GSP, TRP, TTP, LTDP) • Gebruik lanceerbasis Kourou <p>Onderbouwing: Maatschappelijk * Economisch *** Wetenschappelijk ** Inspiratie * Politiek ***</p> <p>Relevantie voor: EZK, IenW, OCW</p>
Verplicht	<p>ESA Science Programme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wetenschappelijke missies op het gebied van de astronomie/astrofysica en (exo)planeten <p>Onderbouwing: Maatschappelijk * Economisch ** Wetenschappelijk **** Inspiratie *** Politiek ***</p> <p>Relevantie voor: OCW, EZK</p>
Gecommitteerd	<p>Access to space (deel 1: Eerder gemaakte afspraken in 2014/2016)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lopende lanceerder-ontwikkelingen: Ariane 6, Ariane 5, VEGA <p>Onderbouwing: Maatschappelijk * Economisch *** Wetenschappelijk * Inspiratie * Politiek ***</p> <p>Relevantie voor: EZK</p>

<p>Basisvoorziening</p>	<p>Basis-infrastructuur open data</p> <ul style="list-style-type: none"> • Satellietdataportaal t.b.v. stimuleren ontwikkeling en gebruik satelliettoepassingen, satellietgebruik voor en door de overheid, marktontwikkeling, exportbevordering <p>Onderbouwing: Maatschappelijk **** Economisch *** Wetenschappelijk *** Inspiratie * Politiek *</p> <p>Relevantie voor: EZK, OCW, IenW, LNV, JenV</p>
<p>Basisvoorziening</p>	<p>ESTEC & Outreach</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benutting ESTEC, GRC, Space Campus • ESTEC White Paper • Educatie en talentontwikkeling • Communicatie en profilering <p>Onderbouwing: Maatschappelijk ** Economisch *** Wetenschappelijk * Inspiratie *** Politiek *</p> <p>Relevantie voor: EZK, OCW, IenW</p>
<p>I</p>	<p>Aardobservatie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instrumentbijdrage aan CO₂-missie Sentinel-7 • Industriële bijdrage aan Sentinels t.b.v. NL-industrie voor EU-budget • Bijdrage aan wetenschappelijke missies/ruimte-infrastructuur • Applicatieontwikkeling/exploitatie wetenschappelijke missies • Technologie/productontwikkeling commerciële AO-markt <p>Onderbouwing: Maatschappelijk **** Economisch *** Wetenschappelijk **** Inspiratie * Politiek *</p> <p>Relevantie voor: EZK, OCW, IenW, LNV, DEF, JenV, BZK</p>

<p>I</p>	<p>Technologie- en instrumentontwikkeling</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generieke technologieontwikkeling ter voorbereiding ESA en commerciële markt (ook componenten van ARTES): <ul style="list-style-type: none"> ○ Satelliet Systemen ○ Lanceer Systemen ○ Ruimte architectuur ○ Wetenschappelijke Instrumenten ○ Communicatie Systemen ○ Navigatie Systemen ○ Grond Segment Infrastructuur • Nieuwe en disruptieve technologie <ul style="list-style-type: none"> ○ Laser-satcom ○ Constellaties ○ Kraamkamer • Ondersteuning startups en technology transfer • Ontwikkeling van (technologie voor) ruimte-instrumenten • ESA-steun voor industriële innovaties (INCUBED+) <p>Onderbouwing: Maatschappelijk ** Economisch **** Wetenschappelijk **** Inspiratie * Politiek *</p> <p>Relevantie voor: EZK, OCW, IenW, DEF, JenV</p>
<p>I</p>	<p>Satellietdata-toepassingen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stimuleren startups en scale-ups o.g.v. toepassingen • Stimulering applicatieontwikkeling overheidsmarkt en commerciële inbedding (SBIR, IAP, INCUBED+) • Kennisontwikkeling voor Global Development Assistance <p>Onderbouwing: Maatschappelijk **** Economisch **** Wetenschappelijk * Inspiratie * Politiek *</p> <p>Relevantie voor: EZK, OCW, IenW, LNV, DEF, JenV, BZK</p>
<p>I</p>	<p>Wetenschap (anders dan het ESA Science Program)</p> <ul style="list-style-type: none"> • GO programma (Gebruikersondersteuning Ruimteonderzoek) • Kennisnetwerken • Bouw (realisatie) en gebruik van wetenschappelijke ruimte-instrumenten <p>Onderbouwing: Maatschappelijk *** Economisch ** Wetenschappelijk **** Inspiratie * Politiek *</p> <p>Relevantie voor: OCW, EZK</p>

<p>II</p>	<p>Exploratie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Europees deel ISS (exploitatie, gebruik, onderhoud) • Europese bijdrage aan Mars Sample Return • Europese bijdrage aan Lunar Orbital Platform Gateway • Technologieontwikkeling t.b.v. toekomstige exploratie • Exomars wetenschappelijke exploitatie <p>Onderbouwing: Maatschappelijk * Economisch ** Wetenschappelijk ** Inspiratie **** Politiek ****</p> <p>Relevantie voor: EZK, OCW</p>
<p>II</p>	<p>Navigatie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benutten Galileo (NAVISP) • Ontwikkeling upstream/hardware is EU verantwoordelijkheid • PRS <p>Onderbouwing: Maatschappelijk *** Economisch *** Wetenschappelijk * Inspiratie * Politiek **</p> <p>Relevantie voor: EZK, IenW, DEF, JenV</p>
<p>II</p>	<p>Space Safety</p> <ul style="list-style-type: none"> • Space Weather (ruimteweer en zonneweer) • Planetary Defence (beschermen tegen ruimte-objecten) • Space debris and Clean Space (ruimtepuin) <p>Onderbouwing: Maatschappelijk ** Economisch ** Wetenschappelijk ** Inspiratie ** Politiek **</p> <p>Relevantie voor: EZK, IenW, OCW, DEF, BZK</p>
<p>III</p>	<p>Access to space (deel 2: bovenop eerder gemaakte afspraken)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technologieontwikkeling: verbetering huidige en voorbereiding toekomstige lanceerders <p>Onderbouwing: Maatschappelijk * Economisch *** Wetenschappelijk * Inspiratie * Politiek **</p> <p>Relevantie voor: EZK</p>

5.2 Inhoudelijke uitleg en onderbouwing van de geadviseerde keuzes

Het nationale ruimtevaartbeleid wordt gezien als één geheel dat ten dienste staat aan de Nederlandse samenleving (wetenschap, maatschappij en economie) en de positie van Nederland in internationale samenwerkingsverbanden. Aan de financiële invulling van het ruimtevaartbeleid in het onderhavige advies wordt momenteel bijgedragen door de ministeries van EZK, OCW, LNV en IenW. Vanwege het nut van ruimtevaart voor de Nederlandse overheid en samenleving *als geheel*, profiteren ook andere departementen van dit ruimtevaartbeleid, zoals de ministeries van JenV, DEF, BZ, en BZK. Dit ruimtevaartadvies is dan ook gericht aan de hele overheid (alle ministeries) en de effectiviteit van dit beleid zal versterkt worden indien alle departementen die profiteren van ruimtevaart hierin samenwerken.

Essentieel onderdeel van het nationale ruimtevaartbeleid is het loyaal lidmaatschap van ESA. Hieruit vloeit een aantal verplichtingen voort. Daarnaast bevat het nationale ruimtevaartbeleid in ieder geval nog de volgende onderdelen:

- bijdragen aan de ESA optionele programma's,
- de ruimtevaartactiviteiten buiten ESA (niet-ESA),
- uitoefenen van maximale invloed op de inhoud van (de werkprogramma's van) Horizon Europe, Copernicus, Galileo en EGNOS, GovSatcom, en SST.

Ten aanzien van de ESA optionele programma's wordt hier vooraf opgemerkt dat, mede vanwege de locatie van de grootste ESA-vestiging ESTEC in Nederland, en in de geest van de ESA-conventie, van ons verwacht wordt dat wij qua bijdrage aan deze optionele programma's minstens in de pas zouden moeten lopen, anders gezegd dat de bijdrage op basis van BNP (nu 4,64%) zou moeten zijn. Bij de Ministersconferentie 2016 was de inschrijving 1,8%, waarmee Nederland zowel absoluut als relatief in de achterhoede loopt.

Nederlands ruimtevaartprogramma

Hieronder worden de beleidsonderwerpen uit de tabel uit paragraaf 5.1 nader toegelicht en worden de adviezen voor inzet van beleidsmiddelen op deze onderwerpen onderbouwd. De verschillende onderwerpen kunnen echter niet los van elkaar worden beschouwd. Het nationale ruimtevaartbeleid is, zoals gezegd, één geheel, en de indeling in aparte onderwerpen is vooral bedoeld om de bronnen en doelen van de in te zetten middelen zichtbaar te maken. Inhoudelijk is er echter sprake van (veel) synergie tussen de verschillende onderwerpen. Zo is er veel samenhang tussen de onderwerpen Aardobservatie, Wetenschap, Satellietdata-toepassingen en de Basis-infrastructuur open data, en spelen aspecten van Technologie- en instrumentontwikkeling ook een rol op andere onderwerpen zoals Wetenschap, Aardobservatie en Access to space. Aanpassing van de inzet op een bepaald onderwerp heeft dan ook vaak gevolgen voor andere onderwerpen. Tegelijkertijd is het goed te beseffen dat door deze samenhang en synergie de verschillende onderdelen van het ruimtevaartbeleid elkaar juist versterken.

ESA verplichte programma's

De bijdragen aan de verplichte ESA-programma's General Budget, Kourou (grotendeels) en Science worden vastgesteld op basis van het BNP (vaststaand percentage, nu 4,64%). De omvang van deze programmabudgetten staat overigens nu nog niet vast maar zal tijdens de ESA Ministersconferentie vastgesteld worden.

De verplichte ESA-programma's (Science Programme, General Budget) vormen zogenoemd de 'science, research and technology'-ruggengraat van alle ESA-ruimtevaartontwikkelingen. De wetenschappelijke en (basis) technologie-ontwikkelingsactiviteiten, alsmede de gemeenschappelijke infrastructuur daarvoor, staan aan de basis van alle andere ESA-programma's en dragen bij aan de politieke en economische leiderschapspositie van de Europese ruimtevaart.

ESA General Budget en Kourou (prioriteit: *verplicht, relevantie voor EZK, IenW, OCW*)

General Budget

Uit het General Budget (GB) wordt een aantal zaken betaald: delen van de technologieontwikkeling (GSP, TRP, technologieharmonisatie en technologietransfer en LTDP),

educatie, technische faciliteiten (laboratoria, testfaciliteiten, ESA sites) en het behouden en beschikbaar stellen van bepaalde types wetenschappelijke data (met name aardobservatie) die breed gebruikt worden. Net als het ESA Science Programme kent ook het GB-programma al jaren geen of te weinig inflatie-compensatie. De ESA-plannen voor de omvang van het GB zijn nog niet bekend, maar vermoedelijk zal er een voorstel komen waarin een verhoging van het budget voor technologieontwikkeling en databehoud zal worden gevraagd, onderwerpen die voor ESA en voor Nederland van groot belang zijn. Het GB komt mede ten goede aan ESTEC als grootste ESA-vestiging met de meeste technologieontwikkeling.

Kourou

Dit betreft de instandhouding en exploitatie van de Europese lanceerbasis. De financiering hiervan komt uit drie bronnen:

- de Franse staat via CNES, die de helft van de infrastructuur betaalt,
- de ESA-bijdrage voor de andere helft, met een contributie van de lidstaten deels op basis van BNP en deels op basis van return in Lanceerders,
- Arianespace, verantwoordelijk voor de kosten die direct met lanceringen te maken hebben.

ESA stelt dat veel infrastructuur 15-20 jaar geleden is gebouwd, en dat door veroudering van technologie maar ook door het klimaat, veel daarvan aan vervanging toe is. Mogelijkerwijs zal ESA daarom een (eenmalige) verhoging van de bijdrage vragen.

ESA Science Programme (prioriteit: verplicht, relevantie voor OCW, EZK)

Het ESA Science programma³³ draagt in belangrijke mate bij aan de goede wetenschappelijke positie van Nederland in de ruimtevaart op het gebied van de astronomie en het planeetonderzoek. Satellietmissies in het Science programma zijn geen doel op zich maar dienen als middel voor het halen van de zeer vooruitstrevende wetenschappelijke doelen in deze vakgebieden. Het opbouwen en in stand houden van state-of-the-art capabilities van Nederlandse wetenschappelijke partijen op het gebied van technologie voor ruimte-instrumenten is daarbij van groot belang voor de Nederlandse positie. In het kader van de andere aanpak voor instrumentontwikkeling (zie hierboven onder Instrumentontwikkeling) wordt gestreefd naar meer synergie op het gebied van – technologie voor – ruimte-instrumenten tussen alle Nederlandse partijen op dit gebied (zowel institutioneel als commercieel) t.b.v. een betere positionering voor toekomstige missies en toepassingen.

De keuzes die in het ESA Science programma gemaakt worden om nieuwe missies te ontwikkelen worden gedreven vanuit puur wetenschappelijke belangen. De contributie van de ESA-lidstaten aan het ESA Science programma worden besteed aan de ruimte-infrastructuur (satellieten) en vloeien voor een groot deel terug naar de Nederlandse industrie en kennisinstellingen. Het wetenschappelijk gebruik en de wetenschappelijke instrumenten worden veelal nationaal gefinancierd. Het uitdagende karakter van de Science missies zorgt ervoor dat de deelnemende industrie en kennisinstellingen met innovatieve technologie 'op hun tenen moet lopen' om aan de missie-eisen te voldoen. De Nederlandse industrie heeft regelmatig, dankzij leveringen binnen het Science programma, commerciële opdrachten buiten het Science programma verworven.

ESA-lidstaten kunnen met ruimte-instrumenten (payloads) bijdragen aan missies in het Science programma op basis van nationale financiering. Nederland heeft op dit gebied een toonaangevend track-record en een internationaal erkende toppositie. Voorbeelden zijn het HIFI-instrument op de Herschell-missie en de toekomstige bijdrage aan de Athena missie. De financiering van payloads als nationale bijdrage aan missies in het Science programma wordt niet uit de ruimtevaartmiddelen betaald, maar dient uit additionele (wetenschaps)beleidsmiddelen te komen. Deelname aan missies in het Science programma met een nationaal gefinancierde payload geeft de eigen wetenschappers een voorrangpositie bij toegang tot de data en draagt bij aan een sterkere positie vanwege de diepgaande kennis van het instrument en de observaties.

³³ NB. In het Nederlands is het beter dit niet te vertalen met 'Wetenschapsprogramma', aangezien er ook in bijvoorbeeld het aardobservatieprogramma van ESA wetenschappelijke missies zitten. In het Science programma gaat het over missies op het gebied van de astronomie en het planeetonderzoek.

Buiten een in 2016 afgesproken eenmalige kleine verhoging van het budget van het Science programma voor de periode 2017-2021 (waarvan het grootste deel is aangewend voor het Exomars-programma) is het Science budget de laatste jaren niet verhoogd en er heeft ook geen inflatie-compensatie plaatsgevonden. Effectief is de omvang van het Science programma dus gekrompen. Een verhoging van het Science-budget in de omvang van de inflatie-compensatie is dan ook goed te verdedigen.

ESA heeft vooralsnog voorgesteld om het Science-budget met 20% te verhogen. Deze voorgestelde verhoging lijkt niet realistisch, mede in het licht van de positie van andere lidstaten. Hoewel een bepaalde verhoging van het Science-budget op zich te verdedigen zou zijn, dient de financiering ervan goed overwogen te worden en niet ten koste te gaan van bestaande bijdragen aan ESA (optionele programma's) of andere wetenschappelijke ruimtevaartprogramma's (vrije middelen).

Access to space – deel 1: Lopende lanceerder-ontwikkelingen (prioriteit: gecommiteerd, relevantie voor EZK)

Onafhankelijke toegang tot de ruimte is een essentieel element van het Europese ruimtevaartbeleid (zie ook hoofdstuk 2) en ook Nederland heeft zich hier, vanwege eerder gemaakte afspraken, aan gecommiteerd. Een veilige, onafhankelijke en gegarandeerde toegang tot de ruimte is een voorwaarde voor iedere andere activiteit. Recente geopolitieke verschuivingen in de VS en China hebben nogmaals onderstreept hoe belangrijk dit is.

Op het gebied van lanceerders zijn eerdere afspraken gemaakt in de periode 2014/2016. Zo draagt Nederland in de komende periode nog bij aan de afbouw en einde exploitatie van de Ariane 5. De ontwikkelingen van Ariane 6 en Vega C naderen voltooiing. Eerste lanceringen zijn voorzien voor respectievelijk oktober 2019 (Vega C) en juli 2020 (Ariane 6). De nadruk van de programma's verschuiven in deze periode dan ook van ontwikkeling naar de transitie en opstart van de nieuwe exploitatie.

Bij dit onderdeel behoren eveneens de support programma's van Launchers die doorlopen in het Launchers Exploitation Accompaniment Programme (LEAP). Naast de kosten voor de lanceerbasis in Kourou uit het verplichte budget (zie verderop) ondersteunen lidstaten het onderhoud van de productie-infrastructuur, voor zover deze ESA-eigendom is. Daarnaast zijn er voorzieningen voor het oplossen van *obsolescence* (vervangen van leveranciers, materialen en processen als die niet meer beschikbaar zijn).

Basis-infrastructuur open data (prioriteit: Basisvoorziening, relevantie voor EZK, OCW, IenW, LNV, JenV)

De toegang tot satellietdata en -diensten, alsmede de bekendheid met de ontstane mogelijkheden, lopen nog ver achter bij het realiseren van de ruimtevaarttechnologie. Deze toegang zal om die reden zowel nationaal (o.a. Satellietdataportaal) als Europees (via EU en ESA) verbeterd moeten worden. In het ruimtevaartbeleid behoort het beschikbaar houden en door-ontwikkelen van een nationale infrastructuur om satellietdata op toegankelijke manier benaderbaar te maken voor publiek, overheid en bedrijven (o.a. Satellietdataportaal) dan ook tot de basisvoorzieningen³⁴ (zie ook verderop onder Technologieontwikkeling). Aan de hoge-resolutiedata in het Satellietdataportaal bestaat een grote behoefte bij Nederlandse gebruikers vanwege de toegevoegde waarde op de open data van het EU-Copernicus-programma. Het SBIR-programma voor satellietdata-toepassingen heeft, specifiek met gebruikmaking van de data uit het SatDP en gebaseerd op Nederlandse expertise in satellietapplicaties, laten zien dat de overheid en de Nederlandse samenleving van zulk een basisvoorziening kunnen profiteren. De Nederlandse overheid herkent en erkent dan ook specifieke Nederlandse domeinexpertises die een bijdrage (kunnen) leveren aan algemeen en vrij toegankelijke internationale basisvoorzieningen die uniek gebruik maken van satellietdata; waar nodig ondersteunt de overheid de deelname van Nederlandse organisaties in internationale samenwerking van bestaande of nieuwe programma's.

³⁴ Zie o.a. Ref.19 Adviescommissie Satellietdatagebruik

Het NSO adviseert om ernaar te streven de komende jaren de middelen voor het Satellietdataportaal zoveel mogelijk te gaan financieren vanuit bijdragen van gebruiksdepartementen die van het Satellietdataportaal en satelliettoepassingen meeprofiteren.

ESTEC & Outreach (prioriteit: basisvoorziening, relevantie voor EZK, OCW, IenW)

ESTEC White Paper en Space Campus

De recente ontwikkelingen t.a.v. de Space Campus sluiten aan bij de activiteiten die in 2012 in gang gezet zijn met het, onder aanvoering van het Topteam HTSM opgestelde, ESTEC White Paper³⁵, dat tot doel had de synergie van ESTEC met de Nederlandse kennisinfrastructuur te versterken en de benutting van ESTEC voor Nederland te vergroten. Space Campus (SC) is een samenwerking tussen Rijksoverheid, provincie Zuid-Holland, gemeente Noordwijk, ESA ESTEC en GSA/Galileo Reference Centre. Het is een innovatief platform, en een internationale ontmoetingsplaats waar ruimtevaartactiviteiten in de breedste zin van het woord uitgevoerd worden. Om die te accommoderen komen er op de SC, buiten de hekken van ESTEC op het Space Business Park Noordwijk, voor meer doeleinden te gebruiken fysieke faciliteiten, met voorzieningen voor bijvoorbeeld activiteiten op het gebied van het gebruik van satelliet-aardobservatiedata mogelijk gecombineerd met navigatie, projecten voor inzetten van AI, testfaciliteiten voor kleine satellieten en/of componenten, een workshop en clean-rooms, en kantoorruimte, alles gericht op (inter)nationale participatie. Ook een International Meeting Facility (IMF), binnen de hekken van ESTEC, maakt deel uit van de SC.

NSO adviseert daarom om de doelstelling van het ESTEC White Paper te blijven hanteren en uit te breiden met het benutten van de SC in brede zin. Zo zou het ESTEC White Paper, om de synergie van de Nederlandse kennisinfrastructuur met ESTEC en SC te versterken, ingezet kunnen worden om bv. Nederlandse PI's (Principal Investigator) van ESA-missies te ondersteunen, een Nederlands 'National Trainee Programma' bij ESTEC/ESA voor Nederlandse universitaire afgestudeerden (MSc) te onderhouden (moet nog nader onderzocht worden), of gezamenlijk onderzoek van Nederlandse universiteiten met ESTEC te stimuleren. In ieder geval adviseert het NSO om het ESTEC White Paper te updaten en daarin de ontwikkelingen rond de SC te betrekken.

Wetenschapscommunicatie

De toenemende vraag vanuit markt en maatschappij naar satelliettoepassingen en ruimtevaarttechnologie leidt ook tot een toenemende vraag naar mensen die kunnen bijdragen aan de ontwikkeling van deze technologieën en toepassingen. Dat betekent dat er naast het beleid, gericht op het verkrijgen van een zo groot mogelijk marktaandeel, ook gewerkt moet worden aan de ontwikkeling van het benodigde 'human capacity'. De ruimtemissies van de Nederlandse astronaut André Kuipers hebben bovendien laten zien hoe ruimtevaart tot de verbeelding spreekt van jong en oud. Dat maakt ruimtevaart tot een perfect onderwerp om de belangstelling voor wetenschap en techniek aan te wakkeren. Het NSO adviseert voortzetting van de mede door ESA gefinancierde activiteiten van ESERO, zoals docententrainingen, ontwikkelingen van lesactiviteiten voor primair en voortgezet onderwijs, de CanSat competitie. Daarnaast is het van belang nu al te sturen op stimulering van talent en de ontwikkeling van kennis en vaardigheden die in de toekomst nodig zijn voor ambities en het benutten van kansen met ruimtevaarttechnologie en satellietdata. Het verdient aanbeveling om te onderzoeken in hoeverre in hoger onderwijs stimulering nodig is om studenten vertrouwd te maken met de mogelijkheden en het gebruik van satellietdata.

Communicatie en profilering

Zoals beschreven in hoofdstuk 3 is een van de belangrijke uitdagingen, als gevolg van de ontwikkelingen van de ruimtevaart, het meer bekendheid creëren van de meerwaarde van satellietdata en ruimtevaarttechnologie. Het NSO ziet hierin een belangrijke, met name nationaal gerichte communicatie-effort, waarvoor vanuit het ruimtevaartbeleid de benodigde middelen en capaciteit beschikbaar gemaakt moeten worden. Daarnaast is er wereldwijd een groeimarkt in ontwikkeling voor satelliettoepassingen en ruimtevaarttechnologie, waarvoor Nederland goed gepositioneerd is om daar een substantieel aandeel in te verkrijgen. Ook daar voorziet het NSO een communicatie-inspanning, in samenwerking met de sector en voortbouwend op de vier jaar

³⁵ Ref.10 ESTEC White Paper

geleden gestarte NL Space-branding, met als doel het internationaal profileren van Nederland als aantrekkelijk ruimtevaartland om zaken mee te doen, mee samen te werken, of bedrijven te vestigen. Het is evident dat de Space Campus een prominente plaats verdient in deze profilering. Het NSO adviseert een gedeelte van het ESTEC White Paper / Space Campus budget te reserveren ten behoeve van NL Space-branding, om waar nodig externe capaciteit in te huren en om Nederlandse bedrijven te kunnen ondersteunen bij hun representatie op beurzen zoals de International Astronautical Conference, of bij internationale handelsmissies.

Startups en technology-transfer

De ontwikkelingen in de institutionele ruimtevaart leiden meer en meer tot spin-off en nieuwe mogelijkheden en kansen op andere, ook commerciële markten. Ruimtevaart, van ruimte-infrastructuur tot toepassingen, biedt volop mogelijkheden voor startup bedrijven om business te ontwikkelen buiten de institutionele ruimtevaart om, en op andere markten. Het is daarbij van belang dat de met overheidsmiddelen ontwikkelde technologie benut kan worden voor verdere economische exploitatie. Hiervoor ondersteunt het ruimtevaartbeleid ook startups en technology-transfer binnen het ESA BIC programma.

Aardobservatie (prioriteit: 1, relevantie voor EZK, OCW, LNV, IenW, DEF, JenV, BZK)

Zoals in hoofdstuk 2 al aangegeven, heeft satelliet-aardobservatie zich onomstotelijk gevestigd als een van de pijlers van de ruimtevaart. Data afkomstig van aardobservatiesatellieten komen in steeds grotere hoeveelheden beschikbaar en wordt op steeds meer gebieden een belangrijke (en soms een van de meest belangrijkste, zoals klimaat) bron van informatie over de toestand van de aarde en de processen die zich afspelen boven, op en onder het aardoppervlak. Aardobservatie, zoals bedoeld in deze paragraaf, is een 'containerbegrip'. Het is de techniek van het observeren van de aarde vanuit de ruimte: de activiteiten die er onder vallen strekken van het ontwerp van satellietmissies en satellietinstrumenten, het ontwikkelen van de benodigde technologieën, het bouwen, lanceren en opereren van missies, het verwerken van de data, het kalibreren en valideren ervan, het modelleren van (geo)fysische processen om uit de satellietdata (veelal in samenhang met data uit andere bronnen, zoals in-situ data) de benodigde informatie over de toestand van de aarde te halen, tot het ontwikkelen van toepassingen om die informatie in de praktijk te gebruiken.

Het Nederlandse wetenschappelijk aardobservatieonderzoek speelt zich af op alle onderdelen van het 'Systeem Aarde': atmosfeer, landoppervlak, hydrologie, ecologie, oceanen/water, vaste aarde, en ijs. Nederlandse wetenschappers op deze gebieden dragen in belangrijke mate bij aan het inzetten van satelliet-aardobservatie voor het aanpakken van grote nationale en internationale vraagstukken op gebieden als klimaat, milieu, veiligheid, bodem, energie, stedelijke ontwikkeling en infrastructuur. De onderzoekers uit de verschillende deeldisciplines van de aardwetenschappen hebben recentelijk een gezamenlijke strategie opgezet voor het toekomstige aardobservatieonderzoek in Nederland en de benutting daarvan voor wetenschap, maatschappij en economie³⁶. Naast bijdragen aan de ontwikkeling van nieuwe ruimte-instrumenten ligt daarbij de nadruk vooral ook op meer interdisciplinair onderzoek en samenwerking, kalibratie en validatie van satellietobservaties, ontwikkelen van geavanceerde modellen en algoritmes, uitbouwen en in stand houden van een aardobservatie-infrastructuur (ruimte-, grond-, en data/IT-infrastructuur), inzetten van innovatieve IT-ontwikkelingen (AI, Big Data, Data science) en versterking van de exploitatie van de grote hoeveelheden satellietdata ten behoeve van het oplossen van wetenschappelijke en maatschappelijke problemen.

De optionele ESA-aardobservatieprogramma's spelen een essentiële rol in het aardobservatiebeleid. De ESA-ontwikkelingen staan vaak aan de basis van huidige en toekomstige aardobservatiemogelijkheden, niet alleen vanwege de satellietmissies zelf, maar ook vanwege de opgebouwde kennis en posities van de deelnemende partijen die in ESA-kader technologie en toepassingen ontwikkelen. Omdat de verwachting is dat de commerciële aardobservatie een groot groeipotentieel heeft de komende jaren, leveren de aardobservatieactiviteiten van ESA niet alleen (markt)kansen op voor de Nederlandse industrie (bv. zonnepanelen, instrumenten) vanwege het

³⁶ Ref.14 Earth Observation research Strategic Plan (draft)

geo-return principe maar positioneert ze die industrie tegelijk als leverancier van die commerciële markt. Naast de huidige EOEP-activiteiten gaat het ESA FutureEO programma zich ook richten op activiteiten op het gebied van kleine satellieten, AI en HAPS.

Het Copernicus Space Component programma richt zich op de ontwikkelingen van nieuwe Sentinel-missies. Er zijn zes nieuwe Sentinel's in voorbereiding, waaronder de CO₂-missie die voor Nederland, vanwege het track-record op dit gebied, uitstekende kansen biedt om een leidende (in plaats van volgende) rol in te gaan spelen. Omdat dit langlopende ontwikkelingen zijn wordt er nu een grote investering gevraagd voor de periode 2020-2028. Aangezien elke missie in het EU-Copernicus-programma uit meer satellieten bestaat, biedt dit programma veel kansen voor recurring business (multipliereffect).

Op basis van het toonaangevende track-record van Nederland met missies als TROPOMI zijn de kansen op een belangrijke Nederlandse bijdrage, in de vorm van een atmosfeer-instrument, aan de geplande CO₂-missie van het EU Copernicus programma (Sentinel-7) groot. Nederland kan op dit voor het klimaat uiterst belangrijke onderwerp wederom een rol van internationale faam gaan spelen.

Er is een belangrijke link van aardobservatie met satellietdata-toepassingen (zie volgende paragraaf). De positie van de Nederlandse downstreamsector is voor een deel te danken aan de ESA-aardobservatie-activiteiten, door deelname in ESA-programma's (bv. Space for Society, IAP, INCUBED+), door betrokkenheid van Nederlandse partijen bij Earth Explorers en andere missies, en door spin-off van kennis en technologie.

Met de toenemende mogelijkheden van aardobservatie is er ook een belangrijke link met satellietcommunicatie, in het bijzonder de grote hoeveelheden data en informatie die van de satellieten naar de aarde gezonden moeten worden. Optische satellietcommunicatie zou hierbij van groot belang kunnen worden.

Uit bovenstaande blijkt dat aardobservatie voor Nederland als geheel van uitzonderlijk belang is. In lijn hiermee ligt het voor de hand dat er gestreefd zou moeten gaan worden naar een financiële constructie waarbij alle meeprofiterende 'gebruiks-departementen' een *fair share* bijdragen aan dit aardobservatie-onderdeel van het ruimtevaartbeleid, in aanvulling op de bijdrage van EZK.

Opgemerkt zij dat voor inschrijving in de Altius en TRUTHS programma's geen plannen zijn; eventuele hieraan gerelateerde Nederlandse ontwikkelingen kunnen uit de ESA-technologieprogramma's gefinancierd worden.

Technologie- en instrumentontwikkeling (prioriteit: 1, relevantie voor EZK, OCW, IenW, DEF, JenV)

Generieke technologieontwikkeling

Ruimtevaarttechnologieontwikkeling staat aan de basis van het opbouwen, onderhouden en vernieuwen van een operationele infrastructuur in de ruimte, waarover we moeten beschikken ten behoeve van de maatschappelijke, wetenschappelijke en economische doelen zoals in hoofdstuk 2 aangegeven. Permanente ontwikkeling is nodig om in de zeer innovatieve ruimtevaartwereld te blijven meetellen. Een belangrijk deel van de hiervoor benodigde technologieontwikkeling gebeurt in ESA-kader. De internationale samenwerking binnen ESA, ESA's missie-programma's als 'afnemer' van (nieuwe) technologieën, maar ook de institutionele en commerciële markten buiten ESA, bieden uitgelezen kansen om de Nederlandse expertise en sterktes van de ruimtevaartsector (zowel industrie als instituten) te benutten. Participatie in de ESA's technologieprogramma's op een niveau dat recht doet aan de positie van Nederland binnen ESA en aan de capaciteiten van de Nederlandse ruimtevaartsector is dan ook onontbeerlijk om invulling te geven aan het belang van ruimtevaart voor Nederland en de geboden kansen te kunnen benutten.

De technologieontwikkeling voor ruimte-infrastructuur wordt binnen het Nederlandse ruimtevaartbeleid georganiseerd aan de hand van de technologie-roadmaps die door de ruimtevaartsector, in samenwerking met NSO, worden onderhouden. De technologie-roadmaps bevatten de ambities die de deelnemende partijen de komende jaren willen realiseren en de

daarvoor benodigde technologische ontwikkelingen. Het gaat daarbij voor een belangrijk deel om ontwikkelingen ter voorbereiding op deelname in ESA-programma's en op versterking van de positie in de commerciële markt. De technologie-roadmaps³⁷ bevatten de volgende onderwerpen: *Satelliet Systemen*: Het betreft subsystemen en componenten voor ruimteplatformen waarin de sector bewezen heeft succesvol met het buitenland te kunnen concurreren en goede vooruitzichten voor vervolg werk is, voorbeelden zijn zonnepanelen, AOCS-, thermische- en voortstuwingssystemen en -componenten en EGSE- en simulatiesystemen.

Lanceer Systemen:

Het betreft deelname van Nederlandse partijen aan de ontwikkeling en productie van Ariane, VEGA en andere lanceersystemen.

Ruimte-architectuur:

Het betreft het onderzoek naar de ontwikkeling van satellietconstellaties en mogelijk In-Orbit service diensten.

Communicatie Systemen:

Het betreft subsystemen en componenten voor antennes en RF-instrumentatie en -communicatie voor satellieten en grondstations.

Navigatie Systemen:

Het betreft systemen voor de ontvangst en toepassingen van navigatiesignalen en de monitoring van de integriteit van navigatiesignalen mede gericht op het Galileo-navigatiesysteem.

Grond Segment Infrastructuur:

Het betreft de benodigde infrastructuur om op de grond satelliet-data op te vangen, te distribueren en te verwerken.

Voor de ondersteuning van de technologieontwikkeling wordt ingeschreven in de ESA-programma's GSTP en ARTES. Het inkaderen van de technologieontwikkeling binnen deze ESA-programma's zorgt voor de benodigde nationale en internationale afstemming en harmonisatie, heeft meerwaarde vanwege het gebruik maken van de mogelijkheden en kennis van ESA, en positioneert de Nederlandse ruimtevaartsector voor andere (institutionele en/of commerciële) markten.

Nieuwe en disruptieve technologie

Naast generieke technologieontwikkeling heeft de Nederlandse ruimtevaartsector expertise en competenties ontwikkeld op een aantal een nieuwe en *disruptieve* ('rigoureuze, verstorende doorbraken') technologieën die in de toekomst voor de ruimtevaart een grote rol zullen gaan spelen. In hoofdstuk 2 is het belang al geschetst van optische satellietcommunicatie (met lasers) voor de toekomstige ruimtevaart (en mogelijke toepassingen buiten de ruimtevaart). Nederlandse partijen bezitten hiervoor belangwekkende expertise waarmee Nederland momenteel tot de koplopers op dit gebied behoort. Ook is in hoofdstuk 2 al aangegeven dat constellaties van (kleine) satellieten steeds belangrijker aan het worden zijn voor de ruimtevaart en voor de benutting van ruimtevaart voor maatschappelijke, wetenschappelijke en economische toepassingen. Het opbouwen van constellaties en 'sensornetwerken in de ruimte' betreft meer dan het bouwen van kleine satellieten op zich, het gaat bijvoorbeeld ook over autonomie en controle, robotica, interferometrie, en (data)communicatie. Ook ontwikkelingen op het gebied van bv. AI behoren tot de *disruptive* technologieontwikkelingen.

Nederlandse kennisorganisaties en bedrijven bezitten een grote expertise op deze gebieden waarmee ons land in de kopgroep meeloopt in de wereld. Het ondersteunen van een 'kraamkamer' voor nieuwe en *breakthrough* technologieën is dan ook onderdeel van het ruimtevaartbeleid. Voor het ondersteunen van de ontwikkeling van nieuwe technologieën is het SBIR-instrument beschikbaar, hoewel dat voor de ruimtevaart een minder optimaal instrument is omdat de SBIR zich richt op een overheidsvraag terwijl nieuwe technologieën veelal uit de industrie zelf komen.

Instrumentontwikkeling

Voor het behouden en versterken van de Nederlandse positie op het gebied van ruimte-instrumenten is samenwerking en synergie van groot belang. De Nederlandse sector heeft brede competenties op dit gebied, met als aansprekende voorbeelden de succesvolle HIFI en TROPOMI

³⁷ Ref.8 NSO technologie roadmaps

instrumenten. Voor de ontwikkeling van toekomstige ruimte-instrumenten is, in overleg met het Instrumentencluster, de afgelopen jaren een nieuwe aanpak ingevoerd, waarbij uit verschillende instrumentmogelijkheden de meest kansrijke, die aansluiten op de meest urgente behoeftes, ondersteund kunnen worden en waarbij naar meer synergie tussen kennisinstellingen en industrie gestreefd wordt. In het Instrumentencluster stemmen kennisorganisaties en bedrijven, die sterke competenties bezitten op het gebied van ruimte-instrumenten, hun plannen af, in afstemming met de technologie-roadmap Wetenschappelijke instrumenten. Het NSO consulteert het Instrumentencluster bij – de beoordeling van – nieuwe instrumentvoorstellen. In de nieuwe aanpak speelt vraagsturing op basis van vooraf expliciet geïdentificeerde wetenschappelijke en/of maatschappelijke behoeftes meer dan ooit een grote rol om keuzes te maken voor de overheidssteun aan nieuwe ruimte-instrumenten. Het stimuleren van technologieontwikkeling voor ruimte-instrumenten (instrumentontwikkeling, TRL 1-6) is een doel van het ruimtevaartbeleid. Voor het bouwen (instrumentrealisatie, TRL 7-9) van de kansrijke instrumenten ligt het voor de hand dat de gebruiker financiert: voor operationele (op maatschappelijke en beleidstoepassingen gerichte) instrumenten en wetenschappelijke instrumenten de desbetreffende departementen, en de markt voor commerciële instrumenten.

Satellietdata-toepassingen (prioriteit: 1, relevantie voor EZK, OCW, LNV, IenW, DEF, JenV, BZK)

Het stimuleren van het gebruik van ruimtevaart (satellietdata) door en voor de overheid en het versterken van de Nederlandse downstreamsector voor economische ontwikkeling en export, blijven doelen van het beleid. Hierbij worden, zoals in hoofdstuk 2 al aangegeven, bij uitstek de vele maatschappelijke doelen bediend, zoals klimaat, energietransitie & duurzaamheid, landbouw, water en voedsel, veiligheid, mobiliteit, leefomgeving. Het Satellietdataportaal en het SBIR-programma voor ruimtevaarttoepassingen, ondersteund door activiteiten op het gebied van communicatie, educatie en voorlichting, dragen hier in belangrijke mate aan bij, net zoals aan de positie en het draagvlak van ruimtevaart in de Nederlandse samenleving.

Satellietdata-toepassingen zullen in belangrijke mate gaan bijdragen aan de uitvoering van het GLB, zie hoofdstuk 2. De Nederlandse downstreamsector is zich hiervoor, mede dankzij bv. het SBIR-programma, goed aan het positioneren en dat kan verder versterkt worden vanuit programma's als INCUBED+ en IAP.

Het toenemend gebruik van satelliettoepassingen, mede dankzij de resultaten van de SBIR-toepassingen en het ESA IAP programma, versterkt de (economische) positie van de ruimtevaart in Nederland. Dit draagt bij aan de internationale profilering van de Nederlandse ruimtevaart en bevorderen van internationale handelsbetrekkingen. Met in Nederland ontwikkelde satellietdata-toepassingen op gebieden als water, landbouw en smart cities, zijn en worden in diverse buitenlandse marktposities verworven, en vanuit andere landen, zoals momenteel bijvoorbeeld China en India, is er interesse in samenwerking met de Nederlandse downstreamsector.

De downstreamactiviteiten in het kader van het G4AW-programma dragen bij aan de beleidsdoelen van internationale ontwikkeling en nationale stimulering van satellietgebruik. Nieuwe thema's die van een gelijksoortige aanpak kunnen profiteren worden ontwikkeld, o.a. i.s.m. BZ en/of andere ministeries.

In internationaal kader zijn de Sustainable Development Goals een belangrijke motivatie voor het stimuleren van toepassingen van ruimtevaart. Al eerder is aangegeven dat ruimtevaart, en in het bijzonder satellietdata, in grote mate bij kan dragen aan het monitoren van de voortgang op de SDG's. De betreffende satellietdata dienen hierbij met behulp van, soms zeer geavanceerde, applicatietechnologie tot bruikbare (beleids)informatie omgewerkt te worden. De Nederlandse downstreamsector, zowel bedrijven als kennisinstellingen, bezit veel van zulke expertise. Het stimuleren van de doorontwikkeling van satellietapplicaties tot marktgeschikte producten biedt grote kansen voor beleidsondersteuning en economische versterking. Naast de ESA INCUBED+ en IAP programma's, die zich vooral richten op de ontwikkeling van applicaties voor de commerciële markt, richt het ESA GDA-programma zich op ondersteuning m.b.v. satellietapplicaties van ontwikkelingslanden, via samenwerking met de Wereldbank en de Asian Development Bank.

Het ondersteunen van deze nationale en internationale downstreamontwikkelingen bevordert tegelijkertijd het benutten van de mogelijkheden van – de data en diensten afkomstig van – de EU Copernicus en Galileo programma's. Daarnaast wordt aan de bevordering van het satellietgebruik (downstream) ook bijgedragen vanuit de ESA optionele programma's ARTES (specifiek het IAP-programma) en INCUBED+. Deze programma's richten zich vanuit een concrete marktkans op innovatieve downstreamtechnologie-ontwikkeling, haalbaarheid en demonstratie en marktpositionering, en sluiten aan bij de digitale revolutie wat betreft nieuwe data en AI-technieken. Zo zou er bijvoorbeeld binnen INCUBED+ een aparte call gericht op AI kunnen zijn, om Nederlandse bedrijven te stimuleren voor te bereiden om meer AI-potentie te hebben voor ESA vragen binnen FutureEO, of EU AI-subsidie vanuit Horizon Europe en Digital Europe. Omdat het enorme ESA-potentieel en de ESA-kwalificatie hierbij ter beschikking staan, bieden de downstreamtechnologieën die hiermee op de markt komen voordelen voor sommige potentiële afnemers van satelliettoepassingen, denk aan overheden of (grote) internationale organisaties, maar kunnen deze in ESA-kader ontwikkelde toepassingen ook tot spin-off of commerciële doorontwikkeling en kansen op verschillende markten leiden.

Wetenschap (prioriteit: 1, relevantie voor OCW, EZK)

Ruimtevaart is voor de wetenschap een doel en middel tegelijkertijd: ruimtevaartinfrastructuur (en de daarvan afkomstige gegevens) maken wetenschappelijke voortuitgang mogelijk in bijvoorbeeld de aardwetenschappen en de astronomie; en omgekeerd maakt wetenschappelijke vooruitgang verdere ontwikkeling van de ruimtevaart mogelijk. Tevens is ruimtevaart een onderwerp van zowel de fundamentele als de toegepaste wetenschap. Ruimtevaart is een voorbeeld van grootschalige essentiële onderzoekinfrastructuur voor Big Science.

Wetenschappelijke satellietmissies in de ESA-programma's (aardobservatieprogramma, astronomieprogramma) dragen in belangrijke mate bij aan die ruimte-infrastructuur. Nederlandse organisaties leveren aan diverse wetenschappelijke missies een bijdrage (zowel industrieel als wetenschappelijk) op basis van de Nederlandse inschrijving in deze programma's. Voor de wetenschappelijke bijdrage aan zulke missies, door het leveren van bv. ruimte-instrumenten, wordt veelal voorzien door middel van flankerende wetenschapsbeleidsmiddelen (zoals bv. het NWO-programma Nationale Roadmap voor grootschalige wetenschappelijke infrastructuur³⁸). De Nederlandse wetenschap is goed gepositioneerd, en heeft een uitstekend track-record, voor deelname in belangwekkende toekomstige wetenschappelijke missies en instrumenten. Niet voor niets zijn de ambities van de Nederlandse wetenschappers groot en, vanuit een wetenschappelijk en technologisch oogpunt gezien, kansrijk. Ambities voor deelname in nieuwe missies liggen op het gebied van de astronomie, het planeetonderzoek en de aardobservatie. De ontwikkeling van wetenschappelijke ruimte-instrumenten (TRL 1-6) is een bijzondere sterkte van het Nederlandse ruimtevaartbeleid (zie hierna onder Technologie- en instrumentontwikkeling). Aan het realiseren van nieuwe wetenschappelijke ruimte-instrumenten (TRL 7-9) kan vanuit het ruimtevaartbeleid worden bijgedragen.

Wat betreft de astronomie gaat het om missies als ATHENA, SPICA, LISA, en ARIEL die alle tot baanbrekende wetenschappelijke ontdekkingen zullen leiden en ook aansluiten bij de Nederlandse wetenschappelijke ambities³⁹. De Nederlandse astronomische gemeenschap zorgt daarbij voor de noodzakelijke synergie tussen space-based en ground-based activiteiten om zo de positie voor Nederland te versterken.

Het planeetonderzoek in Nederland, een goed voorbeeld van samenwerking tussen de astronomie en de aardwetenschappen, versterkt zijn positie en er liggen veel kansen op baanbrekend onderzoek⁴⁰. Daarbij treedt meer en meer synergie op tussen het, meer vanuit de astronomie aangedreven, exo-planeetonderzoek en het, meer vanuit de aardwetenschappen ontwikkelde, zonnestelsel-planeetonderzoek, waarbij de beide gebieden elkaar versterken (denk bv. aan het modelleren van exo-Jupiters of Super-Aardes bij andere sterren op basis van de kennis van deze bekende planeten).

³⁸ Ref.13 NWO Roadmap grootschalige infrastructuur

³⁹ Ref.24 NCA Astronomy Strategic plan

⁴⁰ Ref.22 Position paper Planeetonderzoek

Op het gebied van de aardobservatie spelen Nederlandse wetenschappers een belangrijke rol bij de ontwikkeling van wetenschappelijke aardobservatie-missies, zoals in het ESA Earth Explorer programma, maar ook bij de Sentinels uit het EU-Copernicus-programma en missies van andere ruimtevaartagentschappen. Bijdragen variëren van nieuwe missie-concepten, missie-advies, instrumenten, modellering, simulaties, kalibratie en validatie ('cal/val'), tot wetenschappelijke en operationele data-exploitatie. Met name die laatste twee worden, vanwege de enorm toenemende hoeveelheid beschikbare missies en data, steeds belangrijker terwijl het huidige ruimtevaartbeleid hierin niet voorziet⁴¹. Aansluiting zou gevonden kunnen worden bij bv. het programma Gebruikersondersteuning Ruimteonderzoek of er zou gebruik kunnen worden gemaakt van de middelen in het ESA PRODEX-programma, dat naast voor hardware ontwikkeling, ook openstaat voor activiteiten zoals cal/val, algoritme-ontwikkeling, data-exploitatie en activiteiten die toewerken naar operationele applicaties.

De Nationale Wetenschapsagenda⁴² als vernieuwing van de onderzoekfinanciering en de aansluiting bij maatschappelijke thema's biedt uitgelezen kansen voor de ruimtevaart. Ruimtevaart kan op veel onderwerpen bijdragen aan onderzoek binnen de routes van de Nationale Wetenschapsagenda: van de 25 routes zijn er 16 waar ruimtevaart bij aansluit. Ruimteonderzoek op het gebied van de space-based astronomie speelt een rol in de NWA-routes "Bouwstenen van materie en fundamenten van ruimte en tijd" en "De oorsprong van het leven – op aarde en in het heelal". Aardobservatieonderzoek heeft aanknopingspunten op nog veel meer routes, zoals "De Blauwe route: Water als weg naar innovatieve en duurzame groei", "Duurzame productie van gezond en veilig voedsel", "Smart, liveable cities", "Sustainable Development Goals voor inclusieve mondiale ontwikkeling", "Waardecreatie door verantwoorde toegang tot en gebruik van Big Data", en nog vele anderen. Naast het ruimteonderzoek zelf, is het thema ruimtevaart bij uitstek geschikt om verbindingen te leggen voor interdisciplinair onderzoek in consortia binnen NWA-projecten.

De positie van de Nederlandse wetenschap in de ruimtevaart, en omgekeerd de positie van de ruimtevaart in de wetenschap, worden, naast via ESA en NWA, versterkt via complementaire programma's als het programma Gebruikersondersteuning Ruimteonderzoek (GO-programma, voor aardobservatie en planeetonderzoek), de Kennisnetwerkenregeling (astronomie, planeetonderzoek, aardobservatie) die ook de synergie met niet-wetenschappelijke organisatie stimuleert, en de vernieuwde instrumentontwikkelingsaanpak (in overleg met het Instrumentencluster, zie hierna onder Technologie- en instrumentontwikkeling). Het GO-programma bevordert de wetenschappelijke kennisopbouw op het gebied van het gebruik van – data afkomstig van – de ruimte-infrastructuur, wat niet alleen ten goede komt aan de wetenschap zelf, maar ook, via kennisbenutting, leidt tot bijdragen aan de oplossing van belangrijke maatschappelijke vraagstukken, zoals klimaatverandering. Het GO-programma kent jaarlijkse calls met een omvang die past bij de groeiende Nederlandse wetenschappelijke aardobservatieonderzoek-gemeenschap. Op het gebied van de (technologie)ontwikkeling voor en het gebruik van nieuwe ruimte-instrumenten, bevordert de Kennisnetwerkenregeling de samenwerking en kennisuitwisseling tussen kennisinstellingen en andere organisaties uit de ruimtevaartsector in de vorm van duurzame kennisnetwerken. De regeling kent tweejaarlijkse calls voor baanbrekend onderzoek aan breakthrough technologieën (TRL 1-3) en toepassingen.

Exploratie (prioriteit: II, relevantie voor EZK, OCW)

Exploratieprogramma's hebben ontegenzeggelijk grote meerwaarde op het gebied van inspiratie en hebben ook grote politieke aantrekkingskracht vanwege de betrokkenheid bij grote internationale projecten, zoals al aangetoond bij het International Space Station. Tegelijkertijd liggen in veel gevallen de economische terugverdieneffecten lager dan in andere programma's, en wetenschappelijk gezien is er zeker meerwaarde, maar die waarde wordt bij astronomie of aardobservatie nog groter ingeschat.

Zoals in hoofdstuk 2 is beschreven is er momenteel internationaal veel aandacht voor exploratie. De grote toekomstige projecten zijn nog sterk institutioneel gedreven en zijn door o.a. de intensieve internationale samenwerking politiek-strategisch interessant. Ook spreken exploratieactiviteiten voor een groot deel van de bevolking sterk tot de verbeelding. Nederland

⁴¹ Ref.14 Earth Observation research strategic plan (draft)

⁴² Ref.11 NWA

neemt al lang deel in ESA's Exploratieactiviteiten en programma's. Zo doet Nederland al vanaf het begin mee in het International Space Station (ISS) programma en de Nederlandse industrie heeft, via ESA, belangrijke bijdragen geleverd aan de bouw, onderhoud, bevoorrading en exploitatie van het ISS. Ook de twee vluchten van André Kuipers, in 2004 en 2012, zijn mogelijk geweest op basis van Nederlandse inschrijving op het ISS Exploitatie programma. Naast deelname in het ISS heeft Nederland ook ingeschreven op het ESA Exomars programma, met belangrijke industriële bijdragen aan de tweede Exomars missie in 2020 als resultaat. Europa (ESA) beraadt zich momenteel op een bijdrage aan het *Lunar Orbital Platform Gateway*; een bemand internationaal station in een baan om de maan als *staging post* voor toekomstige Maan- en Mars exploratiemissies. Daarnaast wil Europa een bijdrage gaan leveren aan een ander groot internationaal project; *Mars Sample Return*, waarbij middels een drietal missies uiteindelijk verschillende bodemonsters van Mars voor onderzoek zullen worden teruggebracht naar de aarde. Bij ESA zijn alle exploratieprogramma's ondergebracht in een groot envelope programma: het European Exploration Envelope Programme (E3P), waaruit naast het onderhoud en de exploitatie van het Europese deel van het International Space Station (ISS) ook programma's als Exomars (2020), SciSpace (μ G experimenten), en technologieontwikkelingstrajecten voor toekomstige bemande en robotische Maan- en Marsmissies worden gefinancierd. De meerwaarde van Exploratie ligt vooral bij Inspiratie en Politiek. Door het non-recurring karakter is dat effect minder voor Economische criteria.

Navigatie (prioriteit: II, relevantie voor EZK, IenW, DEF, JenV)

Diensten die gebruik maken van het Europese navigatiesatellietsysteem zijn zeker ook voor Nederland van het hoogste belang. Nederland levert met het Galileo Reference Centre een belangrijke schakel in het navigatienetwerk. Ook de implementatie van PRS wordt als hoge prioriteit beschouwd. Het biedt grote kansen aan de veiligheidsdiensten in Nederland. NSO adviseert om deze implementatie niet vanuit het gemeenschappelijke ruimtevaartbudget te financieren, maar naar de uiteindelijke afnemers te kijken van deze diensten, bijvoorbeeld Defensie of J&V.

Dat Navigatie prioriteit II en niet I heeft is voornamelijk omdat Galileo-ontwikkeling en -toepassingen gefinancierd worden door de EU, waaraan Nederland op BNP basis ook een flinke financiële bijdrage levert. Het daarnaast in stand houden van een substantieel nationaal programma is niet zinvol of nodig.

De implementatie, het beheer en de verdere ontwikkeling van Galileo en EGNOS zijn belegd bij de Europese Commissie en de GSA. ESA voert weliswaar deze programma's uit als prime contractor, maar legt daarbij inhoudelijk geen verantwoording af aan de lidstaten. Wel wordt er overlegd over de bedrijfsmatige aspecten en risico's die ESA betreffen bij deze uitvoering. NAVISP (NAVigation Innovation and Support Programme) is het enige optionele programma dat ESA nog uitvoert. Voor het eerst opgestart bij de MC16, is het bedoeld de lacunes op te vullen tussen het grote Horizon 2020 Evolutions programma van de EC en individuele activiteiten van de lidstaten. Het bestaat uit twee hoofdelementen: tenders gebaseerd op een goedgekeurd werkprogramma en open calls. Doel is het bevorderen van het benutten van de mogelijkheden van – de data en diensten afkomstig van – het Galileo programma. Het is gebleken dat dit aan een behoefte voldoet en ESA wil het in Space19+ voortzetten, en zelfs met een hogere envelope.

De PRS dienst van Galileo is versleuteld en kan niet worden misleid. De positiebepaling is eenduidig, betrouwbaar, robuust en veilig. De maatschappelijke waarde is groot en van groeiend belang voor eenieder die nu de open service van GPS gebruikt, dus onder meer de ministeries IenW (kritieke infrastructuur), Financiën (veilig geldverkeer), JenV (veiligheidsdiensten), DEF, en EZK (energie, telecom, industrie). Deze relevantie van PRS voor Nederland vraagt daarom om nationale inzet voor kennisopbouw over PRS (zoals meedoen aan de Joint Test Activities van de GSA). Betrokkenheid bij de ontwikkeling van een PRS-ontvanger (bv. in de context van het Europese GEODE-programma), mogelijk nationaal, kan van belang worden voor Nederland, zowel industrieel als vanuit veiligheidsbelang.

Met uitzondering van PRS is de grootschalige ontwikkeling van Galileo voltooid. De prioritering is gebaseerd op de huidige fase, waarbij verdere invoering van Galileo en GNSS in het algemeen centraal staat.

Space Safety (prioriteit: II, relevantie voor EZK, IenW, OCW, DEF, BZK)

Het onderwerp space safety is beleidsmatig zeer belangrijk. Daarom zijn er al vanuit Defensie en KNMI samen een aantal diensten hierop ingericht die waardevol zijn voor Nederland. Dat we in dit advies hier geen prioriteit I aan geven is vanuit de invalshoek in hoeverre het generieke ruimtevaartbudget aangesproken moet worden voor verdere technologieontwikkeling in ESA-verband, waarin dan mogelijk de Nederlandse industrie of instituten een rol kunnen vervullen. Ervaring leert dat slechts in heel geringe mate hier kansen liggen voor de Nederlandse industrie. De aandacht voor space safety (zie ook hoofdstuk 2) richt zich op het beschermen van de ruimte-infrastructuur tegen gevaren in en vanuit de ruimte en het beschermen van de mens(heid) en – de kritische infrastructuur op – de aarde tegen die gevaren. Hoewel het belang van dit onderwerp het ruimtevaartdomein ver overstijgt, zijn er ook vanuit de ruimtevaartsector activiteiten gaande op dit gebied zoals t.a.v. *Space Weather*, *Planetary Defence*, en *Space Debris and Clean Space*, zoals die onderdeel zijn van het ESA Space Safety programma (voortkomend uit het ESA Space Situational Awareness (SSA) programma). Naast het koppelen van sensoren en infrastructuren op aarde kent het Space Safety programma ook een tweetal voorgestelde ruimtemissies Space Weather L5 en HERA. Nederlandse wetenschappelijke, institutionele en industriële organisaties hebben capabilities en zijn actief in het Space Weather segment. De Nederlandse inzet richt zich momenteel op het gebruik van de LOFAR telescoop en technologie als bestaande assets voor Space Weather monitoring en early warning systemen. Daarnaast bieden Nederlandse wetenschappelijke kennis en technologie mogelijkheden voor aanwending in het Space Safety segmenten. Benutting, in synergie, van deze Nederlandse wetenschappelijke en industriële capabilities op het gebied van Space Safety biedt dus kansen maar inzet daarvan dient afgewogen te worden tegen de maatschappelijke, wetenschappelijke en economische belangen en doelen. Het belang van het onderwerp Space Safety ligt voor een groot deel buiten de ruimtevaart, ook op de beleidsterreinen van departementen als DEF en BZK. Het ligt dan ook voor de hand dat er hieraan wordt bijgedragen vanuit de overheidsmiddelen buiten het ruimtevaartbudget om. Een inschrijving op dit onderdeel ligt overigens wel voor de hand vanuit de Europese context, gezien de indicaties dat veel landen hieraan willen bijdragen. SSA is een belangrijk onderwerp, echter vanuit de algemene middelen heeft dit toch een lagere prioriteit. Intensivering ervan zou moeten komen vanuit de Ministeries die er het meeste profijt van hebben, vooral Defensie.

Access to space – deel 2: Additionele ontwikkeling Ariane 6 (prioriteit: III echter onlosmakelijk verbonden aan eerdere committeringen, relevantie voor EZK)

Voor Ariane 6 geldt dat door de tegenvallende markt en sterke concurrentie van SpaceX, de aanname dat de commerciële exploitatie door de industrie zelf zou worden gedragen, onder druk staat. Dat maakt het voor Arianespace niet goed mogelijk de raket te verkopen op de markt zonder additionele steun, een kernvoorwaarde van het programma bij opstart. ESA ziet daarom een noodzaak om verder te investeren in het goedkoper en beter maken van de Ariane 6. Bij de beoordeling daarvan, en het besluit deel te nemen, zal goed moeten worden gekeken naar de effectiviteit. Wordt hiermee inderdaad een gebalanceerde exploitatie weer bereikbaar, of is het een subsidie onder een andere naam?

NB. Hoewel in tegenstelling tot bovenstaande categorie hier een 'optioneel' element in zit is dat betrekkelijk. Worden deze programma's geïmplementeerd en Nederland doet niet mee, dan komen de positie van de Nederlandse industrie en daarmee de eerder gedane investeringen in gevaar. Door het beperkte budget is hier een lagere prioriteit aan toegekend, echter er is een onlosmakelijke samenhang met de geïmplementeerde programma's en kan dan ook niet los worden gezien.

Samenhang met EU-programma's

Zoals in hoofdstuk 2 is aangegeven, speelt de EU op ruimtevaartgebied een steeds grotere rol, zowel politiek/strategisch als financieel. Dat op zich is al een sterk signaal voor het belang van ruimtevaart voor de (internationale) samenleving en Europa in het bijzonder.

De EU-programma's die voor ruimtevaart een grote rol spelen zijn: Copernicus, Galileo en EGNOS, Horizon 2020 en Digital Europe. Voor de toekomst wordt Horizon 2020 voortgezet in Horizon Europe en komen er de nieuwe programma's SST (incl. Space Weather) en GovSatcom.

De bijdragen aan deze programma's worden vastgelegd in de MFK's (Meerjaren Financiële Kaders). Horizon Europe is een overkoepelend technologie programma met een apart onderdeel Space. Copernicus, Galileo, GovSatcom en SST vallen vanaf 2021 gezamenlijk onder één nieuw EU Space Programme.

Naar verwachting zal de EU een miljardenbudget uittrekken voor de Europese ruimtevaartprogramma's Copernicus, Galileo, GovSatcom. Landen dragen hier aan bij naar verhouding van BNP, er is geen geo-return.

Deze EU-budgetten vertegenwoordigen een enorm groeipotentieel voor de ruimtevaart, en met de ruimtevaartambities die Nederland heeft, moet er worden gestreefd naar een verhoogde benutting door Nederland van kansen die de EU-programma's bieden, door proactief beleid. Voor Horizon 2020 / Horizon Europe is het goed mogelijk sturend op te treden in de werkprogramma's om zo Nederlandse prioriteiten de ruimte te geven. Benutting daarvan in tenders en calls kan echter alleen door de industrie en instituten zelf worden gedaan.

Voor de andere programma's betekent investeren in het nationale ruimtevaartbeleid (zowel ESA als niet-ESA) het positioneren van Nederland voor een goede deelname aan de EU-programma's. Er is een sterke link tussen de ESA- en EU-programma's in de zin dat de supply chain opgezet onder ESA veelal gereflecteerd wordt als de EU deze programma's overneemt en voortzet (Galileo en Copernicus o.a.). Onder-investering in ESA-programma's belemmert daardoor de mogelijkheden van de Nederlandse industrie in EU-kader, terwijl ook de EU-programma's voor de industrie tot een positief terugverdienmodel en een multiplier/katapult-effect kunnen leiden. Daarnaast kunnen in nationaal kader (via SBIR, INCUBED+, IAP) satelliettoepassingen ontwikkeld worden waardoor het Nederlandse bedrijfsleven een voorsprong heeft in Europa. Hierbij valt te denken aan het Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB) en de Sustainable Development Goals (SDG's). NSO zal een verhoogde inzet gaan plegen om het gebruik van Copernicus te stimuleren bij Nederlandse stakeholders door o.a. het organiseren van workshops, het bespreken van de werkprogramma's en het onder de aandacht brengen van de start-up-programma's bij Nederlandse studenten.

6. Financiële uitwerking

Kernboodschap(pen):

- Om alle doelen te halen (zie hoofdstuk 2 t/m 5) is een significant hoger bedrag nodig dan het voorgestelde beschikbare budget van 102 M€.
- Het beschikbare budget betekent daarnaast ook dat bestaande, over lange tijd opgebouwde posities in de ruimtevaart, afgebouwd moeten gaan worden.
- De Nederlandse positie binnen ESA dreigt daarmee op een (te) laag niveau uit te komen.
- Er zijn verschillende mogelijkheden om een financiering te realiseren die de continuïteit van de bestaande investeringen borgt en ook voort kan bouwen op de bestaande Nederlandse kennis en kunde om een positie in de voorhoede te realiseren. Te denken valt aan extra budget en het naar voren halen van middelen.

In de voorgaande hoofdstukken zijn de voor de benutting van ruimtevaart voor de Nederlandse samenleving meest relevante ontwikkelingen (hoofdstuk 2) en daaruit voortvloeiende kansen en doelen (hoofdstuk 5) beschreven, met inachtneming van het ontwikkelde prioriteitenkader (hoofdstuk 4) en rekening houdend met de Nederlandse positie, verplichtingen en commitments die voortkomen uit het lidmaatschap van ESA.

Om die doelen te behalen en kansen te benutten is een intensivering van het ruimtevaartbudget nodig t.o.v. de in de vorige periode beschikbare middelen.

Advies inzet financiële middelen bij intensivering van het ruimtevaartbudget

Met een intensivering (verhoging) van het ruimtevaartbudget kan Nederland van een achterhoede positie in het lijstje van ESA-lidstaten wat betreft omvang van de inschrijving in de optionele programma's (zie o.a. uitdaging 4 in hoofdstuk 3), een veel prominenter en op onderdelen leidende positie gaan innemen, met grote terugverdieneffecten voor bedrijven en overheid. Dit doet ook recht aan de aanwezigheid van ESTEC in Nederland en de enorme voordelen die dat biedt. Concreet geeft de geschetste intensivering van het budget de komende jaren de volgende meerwaarde:

A. Behoud koppositie wetenschappelijke instrumentatie

Nederland heeft afgelopen jaren een unieke positie opgebouwd op het gebied van monitoring van luchtkwaliteit vanuit de ruimte. Er is op dit gebied een optimale synergie tussen wetenschap, technologie-instituten en bedrijfsleven in Nederland. In 2026 plannen ESA en de EU de lancering van een klimaatmissie. Nederland heeft bij uitstek een positie om op deze missie belangrijke instrumenten te kunnen leveren. Eind 2019 moet Nederland bepalen of het, door zijn ESA inschrijving te verhogen, een optimaal rendement gaat halen uit deze unieke positie, leidend tot een door de EU betaalde instrumentenreeks.

B. Doorontwikkeling technologie in Nederland

De meeste programma's binnen ESA zijn gericht op technologieontwikkeling waarmee we nieuwe missies of doelen die daarvoor niet mogelijk waren kunnen bereiken. Met een toenemende commerciële markt zal de technologieontwikkeling die we aanjagen met Nederlands budget in de ruimtevaartsector niet alleen eenmalige afzet krijgen in de institutionele markt, maar een enorm katapulteffect krijgen door verdere afzet in de commerciële markt. Bijvoorbeeld: een nieuwe baanbrekende stap in de ruimtevaart is de inzet van (data)communicatie via optische technieken (laser). Daarmee kan op veel veiliger manier veel meer informatie worden overgedragen (nodig voor 5G of Internet of Things). Nederland bezit unieke technologie hiervoor, met name voor lasercommunicatie tussen satellieten onderling en grondstations op aarde. Alleen met een verdere impuls voor deze ontwikkeling kan Nederland uitgroeien tot een netto verkoper van deze technologie over de hele wereld. Nu niet investeren op dit gebied zal er vrijwel zeker toe leiden dat andere landen ons inhalen, of dat de technologie wordt gekocht door een buitenlands bedrijf. Onze voorsprong is bekend. De kapers liggen al op de kust.

C. Autonomie op het gebied van toegang naar de ruimte

Reeds lange tijd is het beleid van ESA er op gericht dat Europa zijn eigen gegarandeerde toegang tot de ruimte heeft en blijft houden. Met de geopolitieke ontwikkelingen van de laatste jaren is dit belang alleen maar verder in waarde toegenomen. Daarom heeft ESA zijn eigen raketprogramma. Nederland onderstreept ook het belang van de autonome toegang tot de ruimte en heeft zich bovendien gecommitteerd aan concrete technische bijdrage in de nieuwe raket, die blijvende toegang tot de ruimte blijft garanderen. Te verwachten is dat Nederland gevraagd zal worden om intensivering van het budget voor het doel van de garantie van autonome toegang tot de ruimte. Zonder extra steun voor dit doel (omvang nog in berekening) zou Nederland ESA op dit punt in de kou laten staan, alsmede een enorme voorinvestering institutioneel en commercieel laten verdampen.

D. Internationale samenwerking in exploratiemissies

Met een meer robuuste fundering kan Nederland op gebieden waar dit aansluit op onze wetenschappelijke en technologische kennis en kunde bijdragen aan volgende majeure stappen op het gebied van exploratie. Daarmee kan Nederland deelnemer worden in een op handen zijnde wereldwijde internationale samenwerkingsstructuur gericht op bemane exploratie van de Maan en later in de tijd mogelijk Mars. Door bijdragen slim te kiezen kunnen de industrie en de wetenschap ook profijt hieruit halen.

In de kolom '*Intensivering*' (linkse kolom met getallen) van tabel 1 (zie verderop) staan de benodigde ruimtevaartmiddelen weergegeven waarmee de doelen behaald kunnen worden zodat Nederland optimaal profiteert van het ruimtevaartbeleid. Dit is gebaseerd op de prioriteiten en relevanties van de beleidsonderwerpen zoals samengevat in tabel 2 hierna. Met dit beleid/budget zal Nederland de, op onderdelen, leidende (ruimtevaart)positie kunnen behouden en uitbouwen, voor een optimale benutting door en voor de samenleving, en opklimmen in het lijstje van ESA-lidstaten wat betreft de omvang van de inschrijving in de optionele programma's.

Advies inzet financiële middelen bij gelijkblijvend ruimtevaartbudget

Los van de eenmalige investering vanuit het Rijk voor het alom geprezen satellietinstrument voor de wereldwijde monitoring van luchtkwaliteit (TROPOMI) heeft het jaarlijks beschikbare ruimtevaartbudget van EZK en OCW de afgelopen jaren rond de €90M per jaar gelegen (circa €270M voor een periode van 3 jaar). Binnen dit bedrag is €135M voor verplichte ESA programma's, ca €100M voor optionele ESA programma's en ca €30M voor niet-ESA programma's beschikbaar. In de adviesaanvraag⁴³ vraagt de Stuurgroep NSO aan NSO om te adviseren over de aanwending van de departementale ruimtevaartmiddelen in de periode 2020-2022 aannemende dat een gelijkblijvend budget van ca €100M beschikbaar zal zijn voor de optionele programma's. Het moge duidelijk zijn dat, in vergelijking met het bovenstaande advies bij intensivering van het ruimtevaartbudget, in het gelijkblijvende-budget-scenario de doelen en ambities niet in zijn geheel gerealiseerd kunnen worden.

In de kolom '*Gelijkblijvend*' (rechtse kolom met getallen) van tabel 1 hierna staan de geadviseerde bestedingen aangegeven bij gelijkblijvend ruimtevaartbudget van €102M voor de optionele programma's. In dit scenario is al rekening gehouden met de hoge(re) verwachte bijdragen aan het Access to Space onderdeel (launchers) waar Nederland aan gecommitteerd is, maar wat tevens leidt tot extra schaarste voor andere onderdelen. Op beleidsonderdelen waar Nederland de laatste jaren een toonaangevende positie heeft opgebouwd, zullen we deze positie dan moeten afstaan aan andere landen. Dat geldt in ieder geval voor de beleidsonderdelen 'Aardobservatie' en 'Technologie- en instrumentontwikkeling', die voor Nederland de hoogste prioriteit hebben, maar die in dit scenario teruggeschroefd moeten worden naar een zeer laag niveau, waardoor niet alleen lopende technologieontwikkelingen maar ook kansrijke *breakthrough* technologieën (zoals voor laser-satcom) slechts zeer beperkt steun kunnen krijgen en bedrijven uit andere landen de positie die Nederland opgebouwd heeft gaan overnemen. Ook zal Nederland daardoor de ambitie op het spelen van een grote rol in de CO₂-missie moeten laten rusten. Naast Aardobservatie en Technologie- en instrumentontwikkeling kan in dit scenario ook op de beleidsonderdelen

⁴³ Ref.2 Adviesaanvraag

Exploratie, Navigatie en Space Safety slechts in beperkte mate in de ambities worden voorzien en kan in een eventuele extra bijdrage aan Access to Space helemaal niet voorzien worden. Kortom: bij een gelijkblijvend budget, waarvan een groter deel dan verwacht beschikbaar moet zijn voor Access to Space, zullen we moeten accepteren dat op een aantal onderdelen waar we nu nog koploper zijn we deze positie dreigen te gaan verliezen.

Financieringsoverwegingen

De gevolgen voor het ruimtevaartbeleid bij gelijkblijvende middelen zijn dusdanig verregaand dat NSO adviseert om te streven naar intensivering van het ruimtevaartbudget t.o.v. de in de vorige periode beschikbare middelen. Overwogen kan worden om, bijvoorbeeld, additionele beleidsmiddelen beschikbaar te stellen of ruimtevaartmiddelen waarvan de verwachte bestedingen in de toekomst (in de periodes ná de komende beleidsperiode⁴⁴) liggen nu al te alloceren bij de ESA-inschrijving. In tabel 1 (verschil tussen kolom 'Intensivering' en 'Gelijkblijvend') valt af te lezen hoeveel intensivering van het ruimtevaartbudget benodigd is om het optimale programma uit te gaan voeren. Bij een gedeeltelijke intensivering van het beschikbare budget adviseert NSO om op basis van de aangegeven prioriteiten de middelen in te zetten op die onderwerpen waar voor Nederland het meeste wetenschappelijke, maatschappelijke en economische rendement te halen is. Dat betreft in eerste instantie Aardobservatie, Technologie- en instrumentontwikkeling en satellietdata-toepassingen (zie paragraaf 5.1 en tabel 2) en vervolgens Navigatie, Space Safety en Exploratie.

Opgemerkt zij (zie hoofdstuk 1) dat het huidige advies een pre-advies is omdat naar verwachting de benodigde budgetten voor de ESA-programma's pas medio 2019 bekend worden. Deze exacte financiële gegevens zullen meegenomen worden bij oplevering van het definitieve advies in augustus/september.

Opmerkingen over tabel 1 (hierna):

1. Zoals in hoofdstuk 1 is uitgelegd, is dit een pre-advies. De bedragen in tabel 1 volgen uit toepassing van het prioriteitenkader (hoofdstuk 4) op de ontwikkelingen en doelen zoals weergegeven in hoofdstuk 2 en 3. Daarbij is al zoveel mogelijk rekening gehouden met de plannen van ESA voor zover nu bekend. Pas nadat de ESA-plannen definitief zijn (naar verwachting medio 2019) zullen de geadviseerde bedragen daarop gedetailleerd afgestemd worden.
2. In tabel 1 is ook per beleidsonderdeel aangegeven of het een ESA of niet-ESA programmaonderdeel betreft. Ook is per onderdeel het departement aangegeven dat de beleidsmiddelen ter beschikking zou moeten stellen. De bedragen die voor de ESA onderdelen worden gepresenteerd zijn in economische condities 2019 (ec. 2019).

⁴⁴ Bijvoorbeeld: bij Aardobservatie lopen de ontwikkelingsbudgetten voor de nieuwe Sentinel-satellieten door tot in 2027 terwijl de verplichting nú aangegaan moet worden.

Tabel 1. Ruimtevaartmiddelen voor Intensivering en Gelijkblijvend budget (in M€)

Beleidsonderdeel	Intensivering	Gelijkblijvend	Ten behoeve van:	ESA?	EZK/OCW
ESA General Budget en Kourou					
ESA General Budget en Kourou		60	ESA GB en Kourou en kosten NL als host van Estec	Ja	EZK
(voetnoot *1)	66		Voorstel van ESA voor verhoging	Ja	EZK
subtotaal	66	60			
ESA Science Programme					
ESA Science Programme		74	Wetenschappelijke missies op het gebied van de astronomie/astrofysica en (exo)planeten	Ja	OCW
(voetnoot *2)	81		Voorstel van ESA voor verhoging	Ja	OCW
subtotaal	81	74			

Totaal ESA verplicht	147	134
-----------------------------	------------	------------

Beleidsonderdeel	Intensivering	Gelijkblijvend	Ten behoeve van:	ESA?	EZK/OCW
Access to space – deel 1: Lopende lanceerder-ontwikkelingen					
ESA launcher programma's	16	16	Ondersteuning ontwikkeling en exploitatie Ariane 5 en 6	Ja	EZK
Vergroting concurrentiekracht A6/Vega	10	10	Ondersteuning kostenverlaging/verbetering efficiëntie Ariane 6 en VEGA	Ja	EZK
subtotaal	26	26			
Basis-infrastructuur open data					
Satellietdataportaal (inkoop)	3,1	3,1	Inkoop data en verwerking	Nee	EZK
	0,6		Inkoop extra data voor specifieke toepassingen	Nee	EZK
Satellietdataportaal (toegang)	0,2	0,2	Toegang via portaal	Nee	EZK
	0,4		Gebruiksvriendelijkheid voor educatiedoelinden	Nee	OCW
subtotaal	4,3	3,3			
ESTEC & Outreach					
ESTEC & SC White Paper, NL-Space	1,2	1,2	Benutting ESTEC, Space Campus, NL-Space branding	Nee	EZK
	0,8		Versterking benutting ESTEC en SC	Nee	EZK
Wetenschaps-communicatie	0,75	0,75	ESERO, CanSat, Outreach	Nee	OCW
	0,15		Versterking educatie en outreach	Nee	OCW
ESA BIC	3	3	Stimuleren BIC	Ja	EZK
subtotaal	5,9	4,95			
Aardobservatie					
FutureEO	12,5	11	EOEP-activiteiten, kleine satellieten, AI, HAPS	Ja	EZK
Copernicus Space Component segment4	22,5	19	Sentinel ontwikkeling	Ja	EZK
	50		CO ₂ -missie, extra Sentinel ontwikkeling	Ja	EZK
subtotaal	85	30			

Beleidsonderdeel	Intensivering	Gelijk-blijvend	Ten behoeve van:	ESA?	EZK/OCW
Technologie- en instrumentontwikkeling					
SBIR-technologie	4,5	4,5	SBIR calls	Nee	EZK
	1,5		Extra SBIR calls	Nee	EZK
ESA GSTP	7	6	Technologieontwikkeling	Ja	EZK
	2		Versterking tech.ontw.	Ja	EZK
ESA ARTES	16	14	Excl. laser satcom	Ja	EZK
	20		Incl. laser satcom	Ja	EZK
Instrumentontwikkeling	7,5	7,5	Ontwikkeling nieuwe (technologie voor) ruimte-instrumenten (Instrumentencluster)	Nee	OCW
	1,5		Versterking instrumentontwikkeling	Nee	OCW
subtotaal	60	32			
Satellietdata-toepassingen					
SBIR-toepassingen	4	4	SBIR calls en stimuleren satellietdatagebruik	Nee	EZK
	1,5		Extra SBIR calls en stimuleren satellietdatagebruik	Nee	EZK
ESA INCUBED+	4,5	3,5	Stimuleren (downstream) innovaties vanuit industrie	Ja	EZK
	2		Versterking commerciële ambities	Ja	EZK
ESA ARTES IAP	8	7	Haalbaarheid en demonstratie ruimtevaartgebruik-innovaties	Ja	EZK
	2		Versterking IAP	Ja	EZK
GDA	0,5	0,5	Stimuleren satellietgebruik ontwikkelingslanden i.s.m. IFI's	Ja	EZK
	1		Versterking GDA	Ja	EZK
Internationale handelsbevordering	1,5		Handelsmissies, exportbevordering. NSO adviseert voor dit onderdeel tevens intensiever gebruik te maken van de relevante RVO-regelingen.	Nee	EZK
subtotaal	25	15			
Wetenschap					
Gebruikersonderst. Ruimteondz. (GO)	7,2	7,2	Voortzetting bestaand GO met 3-jaarlijkse calls	Nee	OCW
	3,6		Uitbreiding GO met cal/val en dataexploitatie	Nee	OCW
Kennisnetwerken regeling	2,25	2,25	Eén call	Nee	OCW
	2,25		Extra call	Nee	OCW
Instrumentrealisatie	9		Bouw (realisatie) en gebruik van wetenschappelijke ruimte-instrument(en)	Nee	OCW
ESA PRODEX	0	0	NB. Nog €5,5M beschikbaar uit vorige periode	Ja	EZK
subtotaal	24,3	9,45			

Beleidsonderdeel	Intensivering	Gelijkblijvend	Ten behoeve van:	ESA?	EZK/OCW
Exploratie					
ESA E3P fase 2	15	11	ISS, SciSpace, Lunar Orbital Platform Gateway, Mars Sample Return Exomars fase E, techn.ontw. t.b.v. exploratie	Ja	EZK
	5		Versterking positie in exploratie missies	Ja	EZK
<i>subtotaal</i>	20	11			
Navigatie					
ESA NAVISP	1,5	1	Benutten Galileo	Ja	EZK
PRS	2		Kennisopbouw PRS, betrokkenheid bij ontwikkeling PRS-ontvanger	Nee	EZK
<i>subtotaal</i>	3,5	1			
Space Safety					
ESA S2P	2		Space Weather, Planetary Defence, Space Debris and Clean Space	Ja	-
<i>subtotaal</i>	2	0			
Access to space – deel 2: Additionele ontwikkeling Ariane 6					
FLPP/Prometheus/Space Rider	5		Technologieontwikkeling voor toekomstige lanceerders	Ja	EZK
<i>subtotaal</i>	5	0			

Totaal ESA optioneel	205,5	102
-----------------------------	--------------	------------

Totaal ESA verplicht	147	134
Totaal ESA optioneel	205,5	102
Totaal niet-ESA programma's EZK	20,9	13
Totaal niet-ESA programma's OCW	34,6	17,7
Totaal	408	266,7

*1 Het NSO adviseert om bovenop de beschikbare middelen van €59,6M voor het General Budget en Kourou rekening te houden met een verhoging tot €66M voor meer technologieontwikkeling en databehoud.

*2 Het NSO adviseert om bovenop het beschikbare bedrag van €74,4M rekening te houden met een 7-10% verhoging in het Science Programme (tot max €81,8M), afkomstig uit de OCW-middelen. Er moet rekening mee worden gehouden dat er momenteel geen breed draagvlak bestaat voor een geleidelijke verhoging van het Science-budget met 20%.

Tabel 2 Score Beleidsonderwerpen op criteria en relevantie voor departementen

Beleidsonderwerpen	Criteria							Relevant voor Ministerie				
	Maatschappij	Economisch	Wetenschap	Inspiratie	Politiek	EZK	OCW	IenW	LNV	DEF	JenV	BZK
ESA GB + Kourou (+ pens/leert)	*	***	**	*	***	X	X	X	-	-	-	-
ESA Scientific Programme	*	**	****	***	***	X	X	-	-	-	-	-
Access to Space	*	***	*	*	***	X	-	-	-	-	-	-
Basis infra open data	****	***	***	*	*	X	X	X	X	-	X	-
ESTEC & Outreach	**	***	*	***	*	X	X	X	-	-	-	-
Aardobservatie	****	***	****	*	*	X	X	X	X	X	X	X
Ruimtevaarttoepassingen	****	****	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X
Wetenschap	***	**	****	*	*	X	X	-	-	-	-	-
Technologie- en instrumentontwikkeling	***	****	****	*	*	X	X	X	-	X	X	-
Exploratie	*	**	**	****	****	X	X	-	-	-	-	-
Navigatie	***	***	*	*	**	X	-	X	-	X	X	-
Space Safety	**	**	**	**	**	X	X	X	-	X	-	-

7. Bijlage 1: Referenties

- [Ref.1.] Vertrouwen in de toekomst, Regeerakkoord 2017-2021, 10 oktober 2017
- [Ref.2.] Adviesaanvraag van NSO-Stuurgroep aan NSO ten behoeve van de Nederlandse inzet bij de ESA Ministersconferentie in 2019, DGBI-I&K / 18244959, 3 oktober 2018
- [Ref.3.] Opdrachtbrief van NSO-Stuurgroep aan NSO betreffende opdracht uitvoering ruimtevaartbeleid in 2017 en 2018, DGBI / 17085799, 4 juli 2017
- [Ref.4.] A. Nederlandse inzet bij de ESA-Ministersconferentie 2012, Advies Netherlands Space Office (NSO), 28 september 2012
B. Nederlandse inzet bij de ESA-Ministersconferentie 2014, Advies Netherlands Space Office (NSO), 17 oktober 2014
C. Nederlands Ruimtevaartbeleid 2017-2019, Advies Netherlands Space Office, 15 november 2016
- [Ref.5.] A. Ruimtevaartbeleid, Brief van de Minister van Economische Zaken, TK Vergaderjaar 2016-2017, 24 446, Nr.60
B. Ruimtevaartbeleid, Brief van de Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat, TK Vergaderjaar 2017-2018, 24 446, Nr.62
- [Ref.6.] Dialogic: Evaluatie van het Nederlandse Ruimtevaartbeleid 2012-2016, publ.2017.080.1804, 4 april 2018
- [Ref.7.] Ruimtevaartbeleid, Verslag van een algemeen overleg 12 september 2018, TK Vergaderjaar 2018-2019, 24 446, Nr.63 herdruk, 5 oktober 2018
- [Ref.8.] NSO technologie Roadmaps: 1. Satellietssystemen; 2. Lanceersystemen; 3. Ruimtearchitectuur; 4. Instrumenten; 5. Communicatiesystemen; 6. Navigatiesystemen; 7. Grondsegmentinfrastructuur.
- [Ref.9.] Top sector HTSM Roadmap Space 2017-2021, maart 2018
- [Ref.10.] ESTEC White Paper, The HTSM top team, mei 2012
- [Ref.11.] A. Nationale Wetenschapsagenda – vragen, verbindingen, vergezichten
B. NWA: Portfolio voor onderzoek en innovatie – samenwerking, creativiteit, vernieuwing
- [Ref.12.] Kennis- en Innovatieagenda 2018-2021 – Maatschappelijke uitdagingen en sleuteltechnologieën, december 2017 | 107606
- [Ref.13.] Nationale Roadmap Grootschalige Wetenschappelijke Infrastructuur, NWO, december 2016, ISBN: 978-90-77875-89-6
- [Ref.14.] Earth observation research in the Netherlands - Strategic Plan 2019-2025 (concept december 2018)
- [Ref.15.] Thematische Netwerken Gebruik: 1. Bodembeweging; 2. Luchtkwaliteit en atmosfeer; 3. Precisielandbouw; 4. Land monitoring; 5. Voedselzekerheid; 6. Waterbeheer; 7. Waterkwaliteit; 8. Scheepvaart en Offshore; 9. Openbare Orde en veiligheid; 10. Ruimtelijke ordening; 11. Energie.
- [Ref.16.] Innovatiegericht Inkopen - SBIR ruimtevaart, voorlopige resultaten 2015-2016
- [Ref.17.] Nota aan NSO Stuurgroep over voortzetting Satellietdataportaal, 18 september 2018
- [Ref.18.] Innovatiebeleid, bedrijvenbeleid, Brief van de Minister en Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat, TK Vergaderjaar 2017-2018, 33 009 / 32 637 Nr.63
- [Ref.19.] Memo NSO Adviescommissie Satellietdatagebruik t.b.v. Ruimtevaartadvies, november 2018
- [Ref.20.] Notities Ruimtevaartnetwerkmiddag 6 december 2018
- [Ref.21.] Copernicus Market Report, prepared by PwC for the EC, februari 2019
- [Ref.22.] Prof. L.L.A. Vermeersen et al.: Planetary Sciences & Exploration Position Paper for NSO Strategic Plan Ruimtevaartbeleid
- [Ref.23.] Nieuwsgierig en betrokken – De waarde van de wetenschap, Nota Ministerie van OCW, januari 2019
- [Ref.24.] Astronomy in the Netherlands 2016 – Midterm Update to the 2011-2020 NCA Strategic Plan and forward look to 2030, Netherlands Committee for Astronomy
- [Ref.25.] Satellite Earth Observations in support of the Sustainable Development Goals, CEOS Earth Observation Handbook Special 2018 Edition
- [Ref.26.] EC Coordinated plan on Artificial Intelligence (COM(2018) 795 final)
https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=56017

8. Bijlage 2: Afkortingen

AI	Artificial Intelligence
AO	Aardobservatie
AOCS	Attitude and Orbit Control System
ARTES	Advanced Research in Telecommunications Systems (ESA programma)
BNP	Bruto Nationaal Product
BZ	Ministerie van Buitenlandse Zaken
BZK	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijkrelaties
DEF	Ministerie van Defensie
E3P	European Exploration Envelop Programme (ESA programma)
EC	Europese Commissie
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service (EU programma)
EGSE	Electronic Ground Support Equipment
EO	Earth Observation
EOEP	Earth Observation Envelope Programme (ESA programma, nu FutureEO)
ESA	European Space Agency
ESTEC	European Space Research and Technology Centre (ESA)
EU	Europese Unie
EUMETSAT	European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
G4AW	Geodata for Agriculture and Water
GEO	Group on Earth Observations
GEO	Geostationary Earth Orbit
GLB	Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (EU-beleid)
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
GO	Programma Gebruikersondersteuning Ruimteonderzoek
GPS	Global Positioning System
GRC	Galileo Reference Center
GSA	European GNSS Agency
GSP	General Studies Programme (ESA programma)
GSTP	General Support Technology Programme (ESA programma)
H2020	Horizon 2020 (EU programma)
HAPS	High Altitude Pseudo Satellites
H-Eur	Horizon Europe (EU programma)
HTSM	Topsector High Tech Systems and Materials
IAP	Integrated Applications Promotion (ESA ARTES programma)
ICR	Interdepartementale Commissie Ruimtevaart
ICT	Informatie- en Communicatietechnologie
IenW	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
IMF	International Meeting Facility (ESTEC)
INCUBED	Investing in Industrial Innovation (ESA programma)
IoT	Internet-of-Things
ISS	International Space Station
ISU	International Space University
IT	Informatietechnologie
JenV	Ministerie van Justitie en Veiligheid
KIA	Kennis- en Innovatieagenda
KNW	Kennisnetwerken
LEAP	Launchers Exploitation Accompaniment Programme (ESA programma)
LEO	Low Earth Orbit
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
LTDP	Long Term Data Preservation (ESA programma)
MEO	Medium Earth Orbit
MFK	Meerjaren Financieel Kader (EU)
NASA	National Aeronautical and Space Administration
NAVISP	NAVigation Innovation and Support Programme (ESA programma)
NEO	Near Earth Object
NEVASCO	Netherlands Value Adding Services Collective
NOVA	Nederlandse onderzoekschool voor de astronomie
NSO	Netherlands Space Office
NWA	Nationale Wetenschapsagenda

NWO	Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
OCW	Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
OS	Ontwikkelingssamenwerking
PRS	Public Regulated Service (Galileo)
R&D	Research & Development
RF	Radio Frequency
SatDP	Satellietdataportaal
SBIR	Small Business Innovation Research
SC	Space Campus
SDG	Sustainable Development Goal
SRL	Service Readiness Level (betreffende applicatieontwikkeling)
SRON	SRON Netherlands Institute for Space Research
SSA	Space Situational Awareness
SST	Space Surveillance and Tracking
TRL	Technology Readiness Level (betreffende technologieontwikkeling)
TRP	Technology Research Programme (ESA programma)
TTP	Technology Transfer Programme (ESA programma)
UAV	Unmanned Aerial Vehicles