



Evaluatie Kennisnetwerkenregeling en Instrumentenontwikkelingspro- gramma

In opdracht van:

Netherlands Space Office

Project:

2020.147

Publicatienummer:

2020.147-2121

Datum:

Utrecht, 29 april 2021

Auteurs:

Dr. Pim den Hertog
Adriaan Smeitink MSc
Pim Verhagen MSc
Drs. Robbin te Velde



Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	5
1 Introductie.....	9
1.1 Aanleiding evaluatie.....	9
1.2 Doelstelling van de evaluatie	9
1.3 Aanpak van de evaluatie	10
1.4 Leeswijzer.....	10
2 Beleidsanalyse	11
2.1 Achtergrond	11
2.2 Vormgeving IOP en KNW-regeling	13
2.3 Huidige projecten	19
2.4 Verhouding tot andere nationale en internationale beleidsinstrumenten	24
3 Portfolio- en netwerkanalyse	31
3.1 Portfolioanalyse	31
3.2 Netwerkanalyse	33
3.3 Samenvatting	35
4 Doeltreffendheid	37
4.1 Samenwerking.....	37
4.2 Versterken Nederlandse positie ruimte-instrumenten.....	40
4.3 Wetenschappelijke resultaten	41
4.4 Toegevoegde economische en maatschappelijke waarde	43
4.5 Samenvatting	44
5 Uitvoeringsaspecten	47
5.1 Eenduidigheid, transparantie en bekendheid	47
5.2 Doelmatigheid en effectiviteit van de uitvoering.....	47
6 Mogelijke verbeterpunten	49
Bijlage 1. Onderzoeksvragen	51
Bijlage 2. Overzicht interviewrespondenten	53
Bijlage 3. Interviewprotocol	55
Bijlage 4. Overige tabellen en figuren	56

Managementsamenvatting

Op verzoek van het Netherlands Space Office (NSO) heeft Dialogic de programma's Kennisnetwerkenregeling (KNW) en het Instrumentenontwikkelingsprogramma (IOP) geëvalueerd. Beide regelingen maken onderdeel uit van het nationale ruimtevaartbeleid. Financiering voor beide regelingen komt van het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW). NWO is verantwoordelijk voor de KNW-regeling die door NSO wordt uitgevoerd. Het IOP valt onder verantwoordelijkheid van het NSO (waarbij NSO het Instrumentencluster¹ consulteert). De resultaten van deze evaluatie dragen bij aan het maken van beter onderbouwde keuzes voor eventuele continuering en/of vormgeving van de programma's. Voor de evaluatie zijn een beleidsanalyse, portfolio- en netwerkanalyse en interviewronde uitgevoerd. Ook is een beperkte validatieworkshop gehouden.

Het doel van beide regelingen is om samenwerking te bevorderen tussen kennisinstellingen, universiteiten, bedrijven, gebruikers- en andere organisaties in Nederland om zodoende de positie van Nederland op het gebied van de ontwikkeling en het gebruik van ruimte-instrumenten (voor toepassingen op het gebied van wetenschap, overheid en markt) te behouden en te versterken. De KNW-regeling is lange-termijn gericht en dekt de vroege ontwikkelingsfase af (TRL 1-3). Het IOP richt zich op de middellange termijn en dekt de vervolgfases af (typisch TRL 4-6). Wordt daadwerkelijk besloten een instrument te realiseren (TRL 7-9), dan is het de bedoeling dat de afnemer financiert (deze fase valt dus niet onder de twee regelingen). Daarmee zijn beide regelingen gericht op de instrumentontwikkeling, een belangrijk aspect van de Nederlandse ruimtevaart.

De lange tijdshorizonten van sommige missies – 20 tot 30 jaar komt voor - en de afhankelijkheid van complexe instrumenten voor toekomstig wetenschappelijk onderzoek leiden tot uitgebreide voortrajecten bij missies. Hierbij is het van belang voor Nederlandse partijen om goed voorgesorteerd te zijn op de ontwikkeling van toekomstige ruimte-instrumenten (springplank-functie), teneinde uitgenodigd te worden voor deelname aan internationale consortia en voorstellen te winnen voor (deelname aan) internationale missies. Ook de opbouw van doorbraak-kennis en -modellen voor toepassingen met gegevens van toekomstige missies vergt vaak lange voorbereiding. Het IOP en de KNW-regeling stimuleren de vorming van Nederlandse consortia die kennis opbouwen en voorsorteren op dergelijke kansen in internationale programma's, missies en markten. Deze en andere samenwerkingen kunnen vervolgens daadwerkelijk als springplank fungeren voor deelname aan ESA-programma's en toegang tot internationale consortia. Door in verschillende consortia te werken aan de ontwikkeling en het gebruik van meerdere instrumenten, worden de risico's die inherent zijn aan instrumentontwikkeling ook gespreid.

Bij de KNW-regeling is 3,57 miljoen euro aan financiering verleend voor de Kennisnetwerken en bij de IOP-regeling is er voor 4,5 miljoen euro aan projecten gefinancierd (beleidsperiode 2017-2019). In totaal zijn er vijf KNW-netwerken gerealiseerd, die allen nog actief zijn. Binnen de IOP-regeling zijn 10 projecten gefinancierd, vijf met substantiële omvang (200k - 2 miljoen euro) en vijf kleinere haalbaarheidsstudies (50k euro). De overall conclusie van de evaluatie is dat beide regelingen overwegend doeltreffend en doelmatig zijn. Ondanks hun bescheiden omvang spelen ze een belangrijke rol in de ruimtevaart beleidsmix. De belangrijkste deelconclusies van deze evaluatie zijn de volgende:

¹ Het Instrumentencluster is een overlegorgaan van kennisinstellingen en bedrijven die in Nederland een vooraanstaande rol spelen bij de ontwikkeling van geavanceerde ruimte-instrumenten.

- De beide regelingen kennen opgeteld een relatief groot **bereik**, vergeleken met het totale speelveld aan ruimtevaartspelers in Nederland. Aan de consortia binnen de IOP-regeling nemen in totaal 13 unieke deelnemers deel (5 onderzoeksgroepen en 8 bedrijven). De vijf Kennisnetwerken kennen 58 unieke deelnemers (29 onderzoeksgroepen en 29 bedrijven). Sommige deelnemers (8) nemen aan meerdere IOP-projecten of meerdere Kennisnetwerken deel (13) en uiteraard zijn er ook deelnemers die aan beide regelingen deelnemen (12). Onder deze intensieve gebruikers van beide regelingen opgeteld bevinden zich zowel bedrijven (5) als kennisinstellingen (7).
- De vereisten van KNW/IOP forceren vanaf het begin een vroegtijdige **samenwerking tussen universiteiten, kennisinstellingen en bedrijven**, vanuit een concrete vraag. Door de vroege betrokkenheid van bedrijven, en door het laten uitvoeren van behoeftestudies, krijgen de consortia beter zicht op de wensen/behoefte van toekomstige gebruikers. Deze worden zo vertaald in specificaties voor een bepaald ruimte-instrument of voor een bepaalde toepassing met data van toekomstige instrumenten. De vroegtijdige samenwerking draagt niet alleen bij aan meer kennisdeling maar zorgt er ook voor dat de middelen die worden geïnvesteerd in ruimteonderzoek maatschappelijk gezien beter worden benut. Andersom bevorderen de regelingen ontwikkelingswerk dat nog te ver van de markt staat om al door bedrijven gefinancierd te worden. Zonder financiering vanuit de regelingen was dit werk waarschijnlijk niet van de grond gekomen. Beide regelingen vergroten het **anticiperend vermogen** van het Nederlandse ruimte-onderzoekssysteem. Doordat er wordt gewerkt met vaste, doorlopende consortia en doordat er gezamenlijk kan worden opgetrokken, kan de zichtbaarheid van (de specifieke sterkten in) het Nederlandse ruimteonderzoek in internationale gremia worden vergroot. Nederlandse partijen kunnen zo sneller inspringen op mogelijkheden die zich internationaal voordoen.
- Beide financieringsinstrumenten hebben bijgedragen aan de **versterking van de Nederlandse positie** op het gebied van ruimte-instrumenten. De financiering vanuit IOP heeft bijvoorbeeld rechtstreeks bijgedragen aan het realiseren van SPEXone. Ook het positioneren van Nederland (in het bijzonder TNO) voor LISA is met het IOP ondersteund. De heterogene netwerken en samenwerkingsverbanden zorgen voor een grotere voedingsbodem waarin meer (en meer verschillende) partijen nadenken over – en eventueel zelf ook bijdragen aan – de ontwikkeling van toekomstige ruimte-instrumenten. De vormgeving van de regelingen zorgt voor een sterkere sturing vanuit de vraagzijde en voor meer tweewegverkeer. In het verlengde daarvan heeft de focus van de beide regelingen op (vroege) betrokkenheid van bedrijven ertoe geleid dat er meer momentum komt om de instrumenten door te ontwikkelen en daadwerkelijk te gaan bouwen. Met beide instrumenten loopt Nederland wat betreft kennisontwikkeling in niches net voor de internationale muziek uit.
- Door de **geringe omvang** van de regelingen is de feitelijke impact op het Nederlandse ruimteonderzoek als geheel relatief beperkt. Ter illustratie: het totaal aan financiële reserveringen voor nationale programma's voor 2020-2022 is €33,5 miljoen (waarvan slechts een deel bestemd is voor de KNW-regeling en het IOP), terwijl het budget voor nationale programma's in Frankrijk €705 miljoen is in 2020. De impact op het Nederlandse ruimteonderzoek als geheel is beperkt door de geringe omvang van de regelingen, zelfs als de hefboomwerking van de regelingen in aanmerking wordt genomen. Gegeven de beperkte omvang zijn de regelingen echter buitengewoon doelmatig (onder andere door de hefboomwerking: samenwerking leidt tot meer massa, wat leidt tot meer financiering). Het gezamenlijk bouwen aan langlopende onderzoekagenda's (in de doorlopende lijnen in KNW-IOP projecten) creëert ook vertrouwen en loyaliteit tussen de deelnemers, zo blijkt uit de interviews.

- De vraaggestuurde manier van werken draagt ertoe bij dat '**nieuwkomers**' (academische groepen, bedrijven, eindgebruikers) het ruimtevaartdomein binnen worden geleid. Dit geldt vooral voor de KNW-regeling. De IOP-regeling bevordert eerder bestendiging van bestaande netwerken. Dit gegeven draagt mogelijk het gevaar in zich van betrokkenheid van overwegend de *usual suspects* c.q. ontstaan van meer gesloten netwerken. De traditionele brugfunctie van sommige toegepaste kennisinstellingen komt wel minder goed uit de verf omdat ze zowel samenwerkingspartner als concurrent zijn van sommige van de deelnemende bedrijven, zowel in termen van financiering (bijvoorbeeld bij ESA-projecten) als van kennis (bijvoorbeeld in de vorm van IPR). Deze frictie treedt vooral op bij de doorontwikkeling van kennis die (deels) uit KNW en IOP-projecten is voortgekomen.
- **Wetenschappelijk** leggen KNW- en IOP-projecten het fundament zodat wetenschappers in de toekomst (radicaal) nieuwe inzichten kunnen bereiken. Vooralsnog is er weinig wetenschappelijke output. Het doel van de gecreëerde netwerken in beide regelingen is echter niet om wetenschappelijke papers te publiceren, maar om de infrastructuur aan te leggen en de samenwerking te laten ontstaan om in de toekomst tot wetenschappelijke output te komen op basis van de instrumenten, hun output en de verwerking daarvan.
- Ten aanzien van de **doeltreffendheid** is vastgesteld dat de meerjarige KNW- en met name de IOP-programma's in bescheiden mate kunnen bijdragen aan een beter toegankelijke ruimtevaartmarkt voor Nederlandse bedrijven en/of een versterking van de positie van bedrijven in de niches waarin ze opereren. De belangrijkste bijdrage is het toegang bieden aan kleine bedrijven en nieuwe spelers tot internationale programma's en consortia.

Dialogic geeft de volgende verbeterpunten ter overweging:

- Vergroot de transparantie van de IOP-regeling en hoe het zich verhoudt tot het Instrumentencluster. Houd beide regelingen toegankelijk voor mogelijk nieuwe toetreders en garandeer een gelijk speelveld voor alle mogelijke deelnemers. Verduidelijk de positie van de toegepaste kennisinstellingen in vooral de IOP-regeling.
- Vul als NSO naast de rol van subsidieverstrekker ook de rol van opdrachtgever in bij de IOP-projecten.
- Hanteer zo mogelijk een meer trechter-achtige opzet binnen de IOP-regeling en in combinatie met de KNW-regeling. Uiteindelijk moet bij voorkeur een groter portfolio ontstaan met aan de ingang van de trechter een grotere hoeveelheid meer risicovolle, explorerende en/of experimentele projecten (waarbij ook de KNW-regeling een rol kan spelen) en richting uiteinde van de trechter enkele grotere prioriteitsprojecten. Uiteindelijk en bij voldoende schaal kan zo een meer portfolio-achtige benadering worden gehanteerd.
- Positioneer beide instrumenten (en uiteindelijk de projectvoorstellen daarbinnen) nadrukkelijker als twee bouwstenen in de ruimtevaart beleidsmix gericht op ruimtevaart en ruimteonderzoek en maak die bij voorkeur onderdeel van een breder Nationaal ruimtevaartprogramma met duidelijke prioriteiten.
- Bedenk hoe de gecreëerde Kennisnetwerken na afloop van hun financiering (de maximale looptijd van projecten bij de KNW-regeling is vijf jaar) eventueel kunnen worden gecontinueerd.
- Overweeg beide regelingen op te schalen om zo de Nederlandse positie op het gebied van ruimte-instrumenten te behouden en te versterken en zo de hefboomwerking richting internationale programma's beter te benutten.

1 Introductie

1.1 Aanleiding evaluatie

In het kader van de uitvoering van het ruimtevaartbeleid beheert Netherlands Space Office (NSO) een aantal financieringsprogramma's en -regelingen. Deze evaluatie richt zich op twee van deze regelingen: de Kennisnetwerkenregeling (hierna: KNW) en het Instrumentenontwikkelingsprogramma (hierna: IOP).² Deze instrumenten worden gefinancierd door het ministerie van OCW en zijn beide onderdeel van het nationale ruimtevaartbeleid.

De twee programma's verschillen van vorm, verantwoordelijkheid en uitvoering, maar zijn nauw aan elkaar gerelateerd. Het doel van zowel de KNW-regeling als het IOP is om de samenwerking te bevorderen tussen kennisinstellingen en andere partijen in Nederland om zodoende de positie van Nederland op het gebied van ruimte-instrumenten te behouden en te versterken. Bij beide programma's ligt de nadruk op het ontwikkelen van technologie voor en het gebruiken van ruimte-instrumenten. Een ruimte-instrument is een instrument dat opereert op een satelliet of ruimtevaartuig. Het is een hardware systeem waarmee observaties worden verzameld door het uitzenden en/of ontvangen van straling in specifieke delen van het elektromagnetisch spectrum.³ De ontwikkeling van ruimte-instrumenten behelst het concept, het ontwerp, de technologie en het prototype van ruimte-instrumenten. Het gebruik van ruimte-instrumenten behelst het verwerken van observaties en het halen van informatie uit de observaties voor toepassingen op het gebied van wetenschap, overheid en markt.³

Aanleiding voor de evaluatie is dat de eerste fase van de programma's met middelen uit de beleidsperiode 2017-2019 is afgesloten en de programma's eventueel – al dan niet aangepast – worden voortgezet in de beleidsperiode 2020-2022 en daarna. Beide programma's zijn tot op heden nog niet geëvalueerd (er was tot nu toe geen evaluatieverplichting). De twee programma's worden gezamenlijk geëvalueerd, omdat ze hetzelfde doel beogen en daarom inhoudelijk en programmatisch in elkaars verlengde liggen. Ook qua technologische ontwikkelfase liggen ze in elkaars verlengde: de KNW-regeling is grofweg op TRL-niveau 1-3 gericht en IOP grofweg op TRL-niveau 3-6.⁴ De resultaten van de evaluatie dragen bij aan het maken van beter onderbouwde keuzes voor eventuele continuering van de programma's en de daarvoor ter beschikking te stellen middelen.

1.2 Doelstelling van de evaluatie

De evaluatie van de KNW-regeling en het IOP kent drie doelen:

1. Het beoordelen van beide programma's op de relevantie, oftewel "nut en noodzaak" van beide programma's. Hierbij gaat het om drie aspecten: (a) de positie/inbedding van de KNW-regeling en het IOP in het ruimtevaartbeleid, (b) de positie/complementariteit ten opzichte van andere (nationale en Europese) programma's en regelingen op het gebied van het ruimte(vaart)onderzoek en daarbuiten, en (c) de relevantie voor de bredere wetenschap, de samenleving en de economie.

² De afkorting IOP en het Instrumentenontwikkelingsprogramma zijn mogelijk niet algemeen bekend. Zie paragraaf 5.1 voor een korte toelichting.

³ NWO (2019). PIPP (Kennisnetwerkenregeling): Call for proposals, Subsidieronde 2019.

⁴ Bron: NSO. TRL = *Technological Readiness Level*, een schaal die in R&D wordt gebruikt om de afstand tot de markt aan te geven. Schaal 1 = fundamenteel onderzoek, schaal 9 = klaar voor de markt.

2. Het beoordelen van de wetenschappelijke output waarbij het gaat om (a) kwaliteit, (b) kwantiteit en (c) effecten (doeltreffendheid).
3. Het beoordelen van uitvoeringsaspecten van beide programma's (doelmatigheid).

De gehanteerde onderzoeksvragen om deze aspecten te beoordelen, zijn terug te vinden in Bijlage 1.

1.3 Aanpak van de evaluatie

Het onderzoek is uitgevoerd door middel van een beleidsanalyse, een portfolio- en netwerk-analyse en een interviewronde met deelnemers aan projecten van de KNW-regeling en het IOP. In de beleidsanalyse beschrijven we op basis van deskstudie en interviews hoe beide regelingen passen in de Nederlandse ruimtevaart beleidsmix, en hoe de regelingen passen in de internationale context. In de portfolio- en netwerk-analyse werken we de aangeleverde feitelijke informatie over KNW en IOP op tot beschrijvende basistabellen en figuren. Ook visualiseren we de samenwerkingen door middel van een netwerk-analyse. De interviews met deelnemers van projecten aan de regelingen zijn gebruikt om inzicht te krijgen in de relevantie, de resultaten en de uitvoeringsaspecten van de regelingen. Er is hierbij met de projectleiders van KNW- en IOP-projecten gesproken. De evaluatie is begeleid door een begeleidingscommissie met vertegenwoordigers van NSO, OCW en NWO. Daarnaast is er een validerend groepsgesprek gehouden met enkele sleutelspelers uit het veld.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 schetsen we de context van de KNW-regeling en het IOP in het licht van het ruimtevaartveld in Nederland. Vervolgens gaan we in op de werking van beide regelingen en de typen projecten die worden gefinancierd. In hoofdstuk 3 geven we een overzicht van de verschillende kennisnetwerken (KNW's) en IOP-projecten en beschrijven we in welke mate de partijen die gebruik maken van beide regelingen met elkaar samenwerken. Daarna beschrijven we in hoofdstuk 4 op basis van de interviews de doeltreffendheid van de KNW-regeling en het IOP, waarbij we ingaan op samenwerkingen, het versterken van de Nederlandse positie op het gebied van ruimte-instrumenten en de toegevoegde waarde voor de wetenschap, maatschappij en economie. Tot slot kijken we in hoofdstuk 5 naar de doelmatigheid van de regelingen op basis van de interviews en andere gegevens, met oog voor de transparantie, efficiëntie en bekendheid van de regelingen. We sluiten af met mogelijke verbeterpunten in hoofdstuk 6.

2 Beleidsanalyse

In dit hoofdstuk schetsen we eerst de achtergrond van ruimtevaart in Nederland en de rationale voor de KNW-regeling en het IOP. Daarna gaan we in op de werking van beide regelingen. Vervolgens lichten we de huidige projecten toe die zijn gefinancierd binnen de KNW-regeling en het IOP. Tot slot bespreken we aanverwante nationale en internationale instrumenten.

2.1 Achtergrond

Ruimtevaart is vanuit economisch, maatschappelijk en wetenschappelijk perspectief van belang voor Nederland. Er is een grote markt van ruimtevaarttoepassingen en ruimtevaart. Deze wordt in toenemende mate privaat gefinancierd.⁵ Ook kent ruimtevaart toepassingen in veel toegepaste technologische domeinen, zoals navigatie, telecommunicatie, aardobservatie (op basis van satellietdata). Die leiden vervolgens tot toepassingen binnen maatschappelijke thema's als meteorologie, milieu en klimaat, vervoer en logistiek, veiligheid en ontwikkelingssamenwerking. Het wetenschapsgebied ruimtevaart heeft een aantal specifieke kenmerken: er zijn lange tijdshorizonten en de wetenschap varieert van fundamenteel onderzoek naar sterk toegepast onderzoek met een grote afhankelijkheid van complexe instrumenten.⁶

Ruimte-instrumentontwikkeling is een krachtig middel om te zorgen dat een land een kennisvoorsprong behoudt op een specifiek deelthema. Zo heeft Nederland een goede internationale positie op het gebied van astrofysische instrumenten, met HIFI en X-IFU als bekende voorbeelden. Het succes van deze en andere ruimte-instrumenten is mede te danken aan de geïntegreerde keten-aanpak voor de ontwikkeling van wetenschappelijke missies.⁷ Een ander veelgebruikt voorbeeld is de reeks SCIAMACHY; OMI; TROPOMI die Nederland een sterke internationale reputatie heeft opgeleverd in de bouw van specialistische ruimte-instrumenten. De impact hiervan gaat veel verder dan enkel de ontwikkeling van het instrument, omdat de instrumenten grote hoeveelheden data genereren die in het aardobservatieonderzoek van groot belang zijn (en dat voorlopig zullen blijven), en de basis bieden voor bijvoorbeeld *state of the art* aardobservatie-onderzoek. Aandacht voor de gehele keten van upstream tot downstream is belangrijk, want bedrijven en kennisinstellingen hebben (*upstream*) kennis over ruimte-instrumenten nodig om (*downstream*) het ontwikkelen van toepassingen voor satellietdata mogelijk te maken.⁸

Tegelijkertijd kent instrumentontwikkeling ook risico's. Het recente besluit van ESA en JAXA om de Europees-Japanse infraroodtelescoop SPICA uit de competitie voor ESA's vijfde middelgrote missie (M5) te halen, toont de risicokant die inherent is aan de oriëntatie op instrumentontwikkeling (en op voorbereiding van missies in de ruimtevaart in het algemeen).⁹ SPICA (met drie instrumenten aan boord) stond tot dusver onder leiding van SRON en onder diens leiding zou een Europees consortium de ver-infraroodspectrometer SAFARI

⁵ Dialogic (2020). Brede verkenning toegevoegde waarde ruimtevaart voor Nederland.

⁶ Dialogic (2018). Evaluatie van het Nederlandse Ruimtevaartbeleid 2012-2016.

⁷ NSO (2019). NSO-advies voor het ruimtevaartbeleid vanaf 2020.

⁸ EZK. Nota Ruimtevaartbeleid 2019.

⁹ Zie <https://www.sron.nl/news/5104-kosten-te-hoog-voor-spica-telescoop>.

ontwikkelen. De missie is door ESA en JAXA uiteindelijk bestempeld als te kostbaar en uit de competitie gehaald.

De lange tijdshorizonten van missies en de afhankelijkheid van complexe instrumenten leiden tot uitgebreide voortrajecten bij missies. Hierbij is het van belang voor Nederlandse partijen om goed voorgesorteerd te zijn op de ontwikkeling van toekomstige ruimte-instrumenten, teneinde voorstellen te winnen voor internationale missies. Continuïteit in de structurele financiering van kennisinstellingen is belangrijk vanwege de lange tijdsspanne, aangezien er 20 tot 30 jaar kan zitten tussen het idee voor een instrument en de uiteindelijke lancering van een missie (hoewel deze tijdsspanne voor kleine missies tegenwoordig vaak ook korter is).¹⁰ Missies worden steeds groter en complexer en er zijn daarom ook substantiële tijdelijke investeringen nodig om de internationale positie van Nederland te behouden.¹⁰ Er is vanuit de sector behoefte aan nationale instrumenten die ingezet kunnen worden om samenwerking tussen verschillende spelers te faciliteren in de voorfase van grote internationale missies. In veel grote Europese landen worden bijvoorbeeld de nationale spelers uitgebreid gesteund, waardoor zij in een goede positie worden gebracht om voorstellen te winnen voor internationale missies. De concurrentie met buitenlandse organisaties (met al dan niet meer ambitieuze buitenlandse overheden die investeren in hun nationale ruimtevaartsector) wordt door Nederlandse bedrijven duidelijk onderkend.⁵

Nederlandse investeringen in (optionele) programma's van ESA en op nationaal niveau kunnen de kansen van Nederlandse spelers ook verhogen bij aanbestedingen van de EU. Omdat publieke partijen vaak een sleutelrol vervullen bij het gebruik en ontwikkelen van nieuwe toepassingen en technologieën is besloten om binnen de Rijksoverheid de ontwikkeling van satellietdata-toepassingen en ruimtevaarttechnologie actief te bevorderen. De KNW en IOP-regelingen zijn daar voorbeelden van. In vergelijking tot andere Europese landen is de omvang van de overheidssteun echter bescheiden. Ter illustratie: het totaal aan financiële reserveringen voor nationale programma's voor 2020-2022 is €33,5 miljoen (zie Tabel 3), terwijl het budget voor nationale programma's in Frankrijk €705 miljoen is in 2020.¹¹ Nederland kent niet alleen een in internationaal opzicht bescheiden budget voor ruimtevaart, maar een belangrijk deel daarvan gaat op aan (al dan niet verplichte) bijdragen aan bijvoorbeeld ESA en EUMETSAT. Deze internationale bijdragen beperkt de vrije budgetruimte voor nationaal beleid.¹²

Het Instrumentenontwikkelingsprogramma (IOP) en de Kennisnetwerkenregeling (KNW-regeling) stimuleren de vorming van Nederlandse consortia die kennis opbouwen en voorsorteren op kansen in internationale programma's, missies en markten.⁸ De regelingen beogen bedrijven, kennisinstellingen en universiteiten in een vroeg stadium te laten samenwerken om nieuwe ruimtevaartkennis en -technologie te ontwikkelen. Deze en andere samenwerkingen kunnen vervolgens als springplank fungeren voor deelname aan ESA-programma's en toegang tot internationale consortia.⁸ Door in verschillende consortia te werken aan de ontwikkeling en het gebruik van meerdere instrumenten, worden de risico's omtrent instrumentontwikkeling (zoals het uit de competitie halen van een missie) ook gespreid. In de volgende paragraaf gaan we nader in op de werking van de twee regelingen.

¹⁰ EZK (2018). Kamerbrief over evaluatie van het Ruimtevaartbeleid 2012-2016.

¹¹ <https://cnes.fr/fr/web/CNES-fr/11507-le-2eme-budget-au-monde.php>

¹² Als het gaat om de bijdrage aan de optionele programma's van ESA, neemt Nederland de 8e plaats in (van de in totaal 22 landen die in ESA deelnemen), zo blijkt uit dit persbericht van SpaceNed: <https://www.spacened.nl/nieuws/publicaties/73-persbericht-hou-de-vaart-in-de-ruimtevaart>

2.2 Vormgeving IOP en KNW-regeling

2.2.1 IOP

Het IOP is als programma begonnen in 2017 en ontstaan naar aanleiding van discussies, activiteiten en ontwikkelingen gerelateerd aan ruimte-instrumenten bij NSO, OCW, in de ruimtevaartsector en in het Instrumentencluster. Het programma biedt een formeel kader voor de uitvoering van nationale (door de overheid gefinancierde) activiteiten op het gebied van de ontwikkeling en het gebruik van ruimte-instrumenten. Door middel van het IOP wordt gestreefd naar meer synergie tussen kennisinstellingen en bedrijven voor de ontwikkeling van toekomstige ruimte-instrumenten. De meest kansrijke instrumentmogelijkheden die het beste aansluiten bij urgente behoeftes worden vanuit het programma ondersteund.⁷ Het IOP wordt door NSO uitgevoerd en door OCW (en bijdrage van EZK) gefinancierd. Projecten binnen deze regeling worden geselecteerd, ingediend, beoordeeld en toegekend op basis van een procedure die door NSO in samenwerking met het IC is ontwikkeld. Hierbij voert NSO het proces uit, consulteert NSO het IC bij de beoordeling van nieuwe instrumentvoorstellen aan de hand van opgestelde beoordelingscriteria (zie de paragraaf hieronder) en stemt NSO af met het ministerie van OCW bij de uiteindelijke besluitvorming.

Het Instrumentencluster (IC)

Vanaf 2012 is het zogenaamde instrumentencluster (IC) in het leven geroepen. Onder regie van NSO is een samenwerkingsverband opgericht van kennisinstellingen en bedrijven die in Nederland een vooraanstaande rol spelen bij de ontwikkeling van geavanceerde satellietinstrumenten. De deelnemers van het instrumentencluster zijn NOVA, TNO, SRON, TUD, Airbus, ISIS, cosine, S&T en LioniX. Het doel van het instrumentencluster is drievoudig:

1. Het in stand houden en optimaliseren van aanwezige kennis en opbouwen van nieuwe technologische kennis en expertise voor de ontwikkeling van ruimte-instrumenten;
2. Het opzetten van een structuur die leidt tot transparante besluitvorming over de prioriteiten voor de inzet van het ruimtevaartbudget voor de ontwikkeling van (technologie voor) ruimtevaartinstrumenten;
3. Het verbinden van de downstream behoeftes met de upstream instrumentexpertise.

Het IC is geen subsidieregeling. Feitelijk is het een gremium om na te denken over de capabilities en mogelijkheden in Nederland wat betreft (investeringen in) instrumentontwikkeling. Het IOP is het subsidie-instrument dat hier nauw aan gerelateerd is, maar niet een en hetzelfde is.

Procedure toekenning projecten

Het prioriterings- en selectieproces bij het IOP is als volgt. In de eerste stap wordt technisch/inhoudelijke informatie over (mogelijke) instrumenten en missies verzameld, informatie over (beschikbare en toekomstige) technologieën, competenties in Nederland en de planning (verwachte ontwikkeltrajecten, benodigde middelen). Vervolgens wordt informatie over de gebruikersbehoefte in kaart gebracht (vraagsturing). In de volgende stap wordt een meerjarig Werkplan opgezet met projectvoorstellen. Het IC wordt geconsulteerd over de projecten in het Werkplan. Na deze consultatie worden de voor financiering in aanmerking komende projecten beoordeeld. Deze beoordeling bestaat uit twee stappen: een beleidstoets en een inhoudelijke review.

De beleidstoets wordt door NSO uitgevoerd, waarbij de volgende *beleids*criteria gehanteerd worden (voor zowel wetenschappelijke als commerciële instrumenten):

1. **Mate van vraagsturing.** Voor de technologie of instrument-capability is een expliciete en duidelijk gearticuleerde gebruikersbehoefte aanwezig. Deze behoefte kan afkomstig zijn uit de wetenschap, de overheid of de markt, of uit een combinatie daarvan: wetenschap: expliciete en duidelijk gearticuleerde gebruikersbehoefte vanuit (inter)nationale onderzoeksprogramma's en de mate waarin instrument valt binnen de prioriteitsgebieden astro, aard, planeet, en aansluiting bij het wetenschappelijke overheidsbeleid zoals de NWA; overheid: expliciete en duidelijk gearticuleerde gebruikersbehoefte voortkomende uit nationaal beleid, niet alleen ruimtevaartbeleid maar beleidsbehoefte van de hele (centrale en decentrale) overheid, en aansluiting bij Kennis- en Innovatiebeleid en Topsectoren; commercieel: expliciete en duidelijk gearticuleerde business case, verwachte return on investment.
2. **Mate van aanwezigheid (toekomstige) technologische competenties voor het instrument.** De technologie of instrument-capability is reeds in Nederland aanwezig of kan ontwikkeld worden op basis van Nederlandse heritage.
3. **Mate van samenwerking tussen Nederlandse partijen.** Bij de ontwikkeling van de technologie of instrument-capability wordt door meerdere Nederlandse partijen samengewerkt op basis van toegevoegde waarde.
4. **Mate van synergie.** Mate van synergie tussen: wetenschap en markt; astro, aard en planeet; space en non-space; nationaal en internationaal. De technologie of instrument-capability heeft meerwaarde op/voor meerdere van deze gebieden.
5. **Mate van valorisatie van (wetenschappelijke) kennis.** Bij het ontwikkelen of exploiteren van de technologie of instrument-capability vindt valorisatie van (wetenschappelijke) kennis plaats door dat die kennis beschikbaar komt voor overheids- en/of marktpartijen.
6. **Mate van benutting van doorbraaktechnologieën of disruptieve innovaties.** Er is sprake van uitzicht op de benutting van breakthrough technologies of disruptive innovations van binnen of buiten de ruimtevaart.

Naast de beleidstoets laat NSO de voor financiering in aanmerking komende projectvoorstellen onafhankelijk reviewen door externe experts. Daarbij worden de volgende criteria gehanteerd:

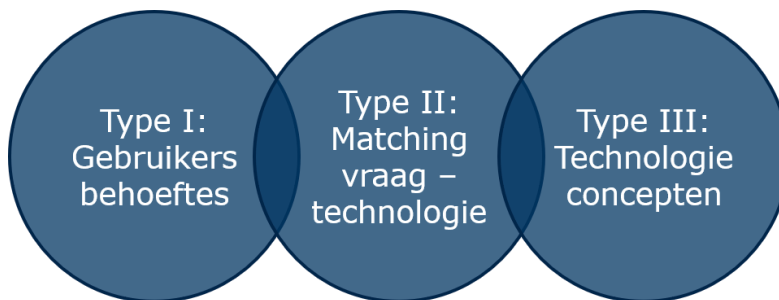
1. **Relevantie, behoefte, bruikbaarheid en tijdigheid.** Wetenschappelijk: dit betreft de mate waarin het voorstel wetenschappelijk behoeftes adresseert zoals die te vinden zijn in actuele wetenschappelijke vraagstukken en onderzoekagenda's in de ruimte- en aardwetenschappen, en de bruikbaarheid en tijdigheid van het voorstel in de context van lopend wetenschappelijk onderzoek in de betreffende onderzoeksvelden, en daarmee de relevantie van het voorstel. Maatschappelijk: dit betreft de mate waarin het voorstel maatschappelijke behoeftes adresseert zoals die te vinden zijn in actuele (internationale) maatschappelijke vraagstukken en doelen. Programatisch: dit betreft de uniekheid, complementariteit en tijdigheid van het voorstel in de context van (internationale) wetenschappelijke programma's.
2. **Kwaliteit.** Wetenschappelijk: dit betreft de wetenschappelijke kwaliteit van de doelen, aanpak, vereisten, methodes en verwachte impact van de voorgestelde activiteiten. Innovatie, originaliteit: dit betreft de mate waarin het voorstel innovatief en/of origineel is in vergelijking met meer routinematig wetenschappelijke werk. Technologisch: dit betreft de kwaliteit van de observatieconcepten, de technologische aanpak en de technologische capabilities en heritage van het voorgestelde consortium.

3. **Haalbaarheid.** Wetenschappelijk: dit betreft de status van de wetenschappelijke gebruikersgemeenschap m.b.t. de vereisten van het voorstel (d.w.z. de mate waarin de wetenschappelijke gebruikers klaar zijn om de resultaten van de missie te gaan gebruiken), en het SRL (Scientific Readiness Level, zie ESA SRL handbook). Technologisch: dit betreft de rijpheid van de voorgestelde technologie in vergelijking tot de wetenschappelijke doelen, en de TRL (Technological Readiness Level). Programmatisch: dit betreft de haalbaarheid van de planning van het voorstel, ook t.o.v. de capabilities van het consortium.

Voor zowel wetenschappelijke als commerciële instrumenten kan er vanuit het Instrumentenbudget worden bijgedragen aan de vroege technologische ontwikkeling (TRL 1-6). Vervolgens worden de consultaties, beoordeling en reviews naast de beschikbare middelen gelegd om te bepalen aan welke instrumentontwikkelingen een bijdrage geleverd kan worden.

Type activiteiten

Vraagsturing op basis van vooraf geïdentificeerde wetenschappelijke of maatschappelijke behoeftes speelt een belangrijke rol bij keuzes voor de overheidssteun aan (technologieontwikkeling voor) nieuwe ruimte-instrumenten.⁷ Bij het IOP is vraagsturing een belangrijk criterium bij de ontwikkeling van toekomstige ruimte-instrumenten.¹³ Het wordt van belang geacht om niet alleen activiteiten op het gebied van technologieontwikkeling te stimuleren (Type III), maar ook activiteiten om de vraag en behoeftes in kaart te brengen (Type I). Daarnaast kunnen er activiteiten zijn (Type II) die vraag en technologie aan elkaar koppelen (zie Figuur 1).



Figuur 1: Type projecten Instrumentenontwikkelingsprogramma.

Type I: Behoefteverkenning en haalbaarheidsonderzoek-gebruik

Bij type I-projecten gaat het om het in kaart brengen van (toekomstige) gebruikersbehoeftes aan producten en diensten die gebruik maken van satellietdata. Gebruikers zijn wetenschappers, overheden en nationale of internationale marktpartijen. Dit type projecten moet de volgende elementen bevatten:¹³

- Wetenschappelijke gebruikersbehoefte;
- Commerciële gebruikersbehoefte;
- Inschatting van de business case of 'science case' in termen van kosten en opbrengsten;
- De behoefte aan het ontwikkelen van nieuwe (wetenschappelijke en/of operationele) modellen en/of algoritmes;
- De behoefte aan het ontwikkelen van nieuwe (*value added*) services;

¹³ Instrumentencluster (2019). Instrumenten Werkplan 2017-2019 (document door NSO verstrekt aan Dialogic).

- De behoefte aan complementaire data (*in-situ, airborne*)¹⁴.

Type II: Onderzoek en definitie t.a.v. matching vraag – technologie

Type II-projecten matchen geïnventariseerde gebruikersbehoefte (Type I-activiteiten) aan de beschikbare technologieën of instrumentconcepten (Type III-activiteiten), om te komen tot een propositie voor een instrument.¹³ De elementen die bij dit type activiteit horen zijn:

- Het specificeren van gebruikerseisen (benodigde observaties en data specificaties);
- Het specificeren van mogelijke instrumentconcepten en de trade-off tussen deze instrumentconcepten en de gebruikerseisen;
- Een concept van de missie-definitie.

Type III: Haalbaarheidsonderzoeken technologie

Type III-activiteiten behelzen het onderzoeken van de concrete technische haalbaarheid van nieuwe instrumentconcepten en -definities.¹⁵ Elementen van deze activiteiten zijn:

- Het uitwerken van een technologisch concept;
- De identificatie van meet-parameters en hun technologische implementatie;
- Specificaties en kenmerken van observaties;
- Een inschatting van de ontwikkelkosten, -tijd en planning.

2.2.2 KNW-regeling

De KNW-regeling is in 2017 programmatisch vormgegeven als wijziging van het al bestaande NWO PIPP (*Principal Investigator Preparatory Programme*) programma. Bij dit programma werkt NSO samen met NWO Exacte en Natuurwetenschappen (ENW).¹⁵ De KNW-regeling is vastgelegd als een formeel NWO-programma, waarbij de uitvoering gemandateerd is aan NSO¹⁶. Het doel van de KNW-regeling is om de samenwerking tussen Nederlandse kennispartijen en andere spelers te bevorderen op relevante technologische thema's voor de ontwikkeling en het gebruik van ruimte-instrumenten. De regeling beoogt zodoende de internationale positie van Nederland te verstevigen wat betreft de ontwikkeling en het gebruik van ruimte-instrumenten.

De kennisnetwerken richten zich met name op toekomstige ruimte-instrumenten (lange termijn) en het op gang brengen van fundamentele technologieontwikkeling, met specifieke aandacht voor mogelijkheden van doorbraaktechnologieën. Deze kennisnetwerken bestaan uit Nederlandse kennispartijen en andere organisaties zoals bedrijven, instellingen, gebruikers, overheden, etc. Een kennisnetwerk is een organisatieverband rondom een afgebakend, samenhangend kennisthema dat gericht is op het ontwikkelen en/of het gebruiken van ruimte-instrumenten.³

Type activiteiten

De KNW-regeling kent tweejaarlijkse calls die door NSO worden uitgezet voor baanbrekend onderzoek aan doorbraaktechnologieën. Hierbij gaat het ook om de bruikbaarheid van deze technologieën voor (toekomstige) ruimte-instrumenten. Elementen van dit type activiteit (Type IV) zijn:

- Het definiëren van nieuwe meetconcepten;
- Nieuwe technologieën beschrijven (kenmerken en bruikbaarheid);
- Synergie met non-space technologieontwikkelingen;

¹⁴ Dit zijn bijvoorbeeld metingen op land en zee en metingen met drones en vliegtuigen.

¹⁵ NSO. Kennisnetwerken (<https://www.spaceoffice.nl/nl/ondersteuning/kennisnetwerken/>).

¹⁶ In tegenstelling tot de KNW-regeling is het IOP geen formeel NWO-programma.

- Het inschatten van verdere ontwikkelingen.

Bij de call wordt benadrukt dat bundeling van sterktes en samenwerking noodzakelijk is om de sterke internationale Nederlandse positie op het gebied van ruimte-instrumenten te behouden.³ De KNW-regeling richt zich op ruimte-instrumenten waarmee gegevens worden verzameld om wetenschappelijke, maatschappelijke en/of commerciële vraagstukken op te lossen. Partijen die in aanmerking willen komen voor financiering moeten deze samenwerking in de vorm van kennisnetwerken organiseren. Bij de samenwerking gaat het om de synergie tussen wetenschappelijke en fundamentele technologische sterktes met kennis van het gebruik van ruimte-instrumenten.³ Kennisnetwerken moeten verder de vraagsturing binnen het eigen thema organiseren, door de behoefte aan gegevens afkomstig van ruimte-instrumenten in kaart te brengen die de ontwikkeling van (technologieën voor) ruimte-instrumenten drijven.

Sinds de start van de KNW-regeling zijn er twee calls uitgezet, in 2017 en in 2019. Net als in het IOP is er binnen de KNW-regeling ruimte voor projecten op de Nederlandse prioriteiten binnen het veld die zijn vastgesteld door OCW: astrofysica, aardobservatie en planeetonderzoek. De call van 2017 was opengesteld voor drie thema's van kennisnetwerken op het gebied van het ontwikkelen van ruimte-instrumenten:¹⁷

1. Doorbraaktechnologieën voor ruimte-instrumenten in het (optische) spectrale domein van Far-IR tot X-ray;
2. Doorbraaktechnologieën voor ruimte-instrumenten in het microgolfdomein;
3. Doorbraaktechnologieën voor gedistribueerde satellietssystemen.

In 2019 was de call voor proposals opengesteld voor twee vervolghema's:³

1. Het gebruik van (data van) ruimte-instrumenten in het microgolf-domein, voor modellering/monitoring van vegetatie voor toepassingen op het gebied van landbouw en voedselveiligheid;
2. Het gebruik van (data van) ruimte-instrumenten voor toepassingen op het gebied van luchtkwaliteit in de stedelijke, landelijke en mariene omgeving.

Deze twee thema's zijn bewust breed gedefinieerd, waarbij de kennisnetwerken zelf de specifieke onderwerpen selecteren voor projecten die in de aanvraag worden voorgesteld. Het kennisnetwerk dient aan te tonen dat het op het eigen thema alle relevante kennis en expertise in Nederland bundelt en geen relevante partijen uitsluit én dat het netwerk voor het uitvoeren van de activiteiten over deze kennis en bijbehorende infrastructuur kan beschikken.¹⁵ Het beschikbare bedrag per aanvraag is vooraf vastgelegd, en bedroeg bij de call 2019 maximaal 660.000 euro en bij de call van 2017 maximaal 750.000 euro. Van dit bedrag moet minimaal 5.000 euro en maximaal 50.000 euro worden besteed aan netwerkondersteunende activiteiten. Ook kunnen kennisnetwerken voor een deel van het budget 'kennis inkopen' bij andere organisaties (zoals bedrijven of kennisinstituten) waarmee deze andere organisaties ook betaald werk in het kennisnetwerk kunnen verrichten (zie ook par. 5.2). De maximale looptijd van projecten bij de KNW-regeling is vijf jaar.³

Procedure toekenning projecten

De toekenningsprocedure volgt de formele NWO-procedures en kent in dit geval de volgende stappen:

1. **Toets aangekondigde initiatieven.** NSO toetst de ontvangen initiatieven aan de hand van beleidscriteria 3 en 4 (zie hieronder voor deze criteria). Alleen initiatieven

¹⁷ NWO (2017). PIPP: Call for proposals, Subsidieronde 2017.

die voldoen aan deze criteria ontvangen een positief advies van NSO (dat door het ENW-bestuur wordt bekrachtigd) voor de uitwerking van een volledige uitvraag. Vervolgens worden bij de volledige aanvragen onderstaande stappen doorlopen.

2. **Vaststellen van ontvankelijkheid.** De volledig ontvangen aanvragen worden getoetst op ontvankelijkheid door NSO.¹⁸
3. **Beleidsstoets.** Daarna toetst NSO de projectvoorstellen op beleidsrelevantie. De zes criteria voor de beleidsstoets zijn hieronder weergegeven.
4. **Wetenschappelijke peer review.** Onafhankelijke experts (minimaal twee door NSO geselecteerde onafhankelijke wetenschappelijke experts op het betreffende thema) beoordelen de getoetste projectvoorstellen op wetenschappelijke kwaliteit en adviseren NSO hierover.¹⁹
5. **Weerwoord kennisnetwerk.** Het kennisnetwerk heeft vervolgens de gelegenheid om een weerwoord te bieden op het advies van de wetenschappelijke experts en op de beoordeling uit de beleidsstoets.
6. **Vaststellen eindoordeel.** De externe wetenschappelijke experts en NSO bespreken de aanvragen per thema en geven een eindoordeel op basis van de beleidsstoets, de wetenschappelijke beoordeling en ontvangen weerwoorden.
7. **Besluitvorming.** Het eindoordeel wordt aan het ENW-bestuur voorgelegd en dit bestuur neemt uiteindelijk het besluit op basis van het eindoordeel en de beschikbare middelen.

Criteria beleidsstoets

De criteria die worden gehanteerd door NSO bij de beleidsstoets in stap 3 (en criteria 3 en 4 ook bij stap 1) zijn de volgende:

1. Het voorstel betreft de ontwikkeling van technologie voor en/of het gebruik van toekomstige ruimte-instrumenten (dus geen aard-gebonden instrumenten);
2. Er is aansluiting bij de kernpunten en prioriteiten van het nationale wetenschappelijke en economische ruimtevaartbeleid²⁰;
3. Door samenwerking en synergie draagt het voorstel bij aan het behoud en de versterking van de Nederlandse positie. Er moeten hierbij ondertekende afspraken zijn die laten zien dat er wordt samengewerkt;
4. Op het eigen kennisthema bundelt het kennisnetwerk alle relevante kennis en expertise die aanwezig is bij de deelnemende kennispartijen (waarbij er geen relevante partijen worden uitgesloten), waarvan minstens één behoort tot de fundamentele kennisorganisaties op het gebied van het ruimteonderzoek;
5. Het kennisnetwerk omvat de organisatie van de vraagsturing vanuit de wetenschap, de overheid en/of de markt. Dit moet zo concreet mogelijk worden aangeduid middels verklaringen van vraagpartijen over hun vragen en behoeftes (bij lange-termijn projecten is de vraagsturing minder concreet, maar moet de benutting aannemelijk worden gemaakt);
6. Het kennisnetwerk laat zien hoe er wordt samengewerkt met partijen buiten het kennisnetwerk (andere kennispartijen, overheden of bedrijven). Ook samenwerkingsverbanden met partijen van buiten de ruimtevaartsector moeten worden aangegeven.

¹⁸ De voorwaarden voor ontvankelijkheid zijn bijvoorbeeld een compleet ingevuld aanvraagformulier, zie hiervoor het hoofdstuk 'Richtlijnen voor de aanvragers' van de KNW-call 2019.

¹⁹ De criteria voor de wetenschappelijke peer review zijn hieronder weergegeven.

²⁰ Zie pagina 14 van de KNW-call 2019 voor de gehanteerde prioriteiten van het nationale ruimtevaartbeleid.

Criteria wetenschappelijke peer review

Voor de wetenschappelijke beoordeling van de projectvoorstellen in stap 4 worden de onderstaande criteria gehanteerd door de onafhankelijke wetenschappelijke experts:³

- **Originaliteit/innovatief karakter.** Hierbij moet het potentieel vernieuwende aspect ten aanzien van het bredere veld van het onderzoeksthema worden aangegeven;
- **Wetenschappelijke kwaliteit van het voorstel.** Voor de wetenschappelijke kwaliteit wordt gekeken naar de doelstellingen, de wetenschappelijke benadering en onderzoeksmethode en het effect in termen van de potentiële uitbreiding of verdieping van kennis;
- **Wetenschappelijke kwaliteit van het kennisnetwerk.** Dit wordt beoordeeld aan de hand van onderzoeksoutput (zoals papers, publicaties, datasets, software- en hardware producten, analyses van resultaten) en de onderzoekspositie (de positie en status die deelnemers van het kennisnetwerk in hun eigen werkveld hebben en de gezamenlijke positie en status van het kennisnetwerk op het onderzoeksthema).

2.3 Huidige projecten

2.3.1 Instrumentenontwikkelingsprogramma

Vanuit NSO zijn een tiental projecten binnen het IOP gefinancierd. In de onderstaande Tabel 1 is hiervan een overzicht weergegeven. Hierbij valt, qua beschikbare middelen, duidelijk onderscheid te maken tussen de twee grote programma's SPEXone en LISA, en de overige projecten, waaronder een drietal relatief kleine behoeftestudies. De projecten richten zich op de wetenschappelijke gebieden Astronomie (LISA), Planeetonderzoek (HabEx) of Aardobservatie (Harmony, μ Spec, GASIM, SPEXone). In IOP-projecten 1, 2, 4 en 5 bieden enkele partijen additionele ondersteuning. Zo levert TNO bijvoorbeeld enkele spiegels aan het consortium van Airbus Defence and Space Netherlands (hierna: Airbus DS NL) en SRON.

Tabel 1. Beschrijving van de tien IOP's

#	Project	Consortium	Ondersteuning van:	Type ²¹	Aard ²²	Financiering	Looptijd
1	SPEXone (fase A/B)	Airbus DS NL, SRON	TNO (levering spiegels)	III	C/W	NSO	okt 2018 – mei 2019
2	LISA	TNO	TU Delft, VDL, JPE, Cedrat, KVI-CART, NLR, AEI, Dutch scientific LISA Team	III	W	NSO	sept 2019 – juni 2021
3	µSpec breadboard	cosine, LioniX, TNO	-	III	C/W	NSO	mei 2020 -
4	HabEx	NOVA, SRON, Universiteit Leiden	Jet Propulsion Laboratory (NASA), CalTech, ImagineOptix (inkoop)	III	W	NSO	feb 2019 -
5	Harmony (STE-ROID)	TU Delft CITG/GRS	ESA Dual Technique Magnetometer (MAG)-leden	III	W	ESA, NSO	okt 2019 -
6	µSpec feasibility	Airbus DS NL, cosine, ISIS, LioniX, TNO	-	III	C/W	NSO	juli 2018 – april 2019
7	GASIM (HyperScout® for air quality)	cosine, ISIS, S[&]T	-	III	C	NSO	okt 2018 – sept 2019
8	Behoeftestudie Luchtkwaliteit en Klimaat	Universiteit Twente (ITC)	-	I	W/C	NSO	okt 2018 – april 2019
9	Behoeftestudie Waterbeheer	Deltares	-	I	W/C	NSO	aug 2018 – juni 2019
10	Behoeftestudie Waterkwaliteit	Institute of Environmental Sciences (CML) – Universiteit Leiden	-	I	W/C	NSO	sept 2018 – mei 2019

²¹ Type I = Behoefteverkenning en haalbaarheidsonderzoek-gebruik; Type II = Onderzoek en definitie t.a.v. matching vraag – technologie; Type III = Haalbaarheidsonderzoek-technologie; Type IV = Breakthrough technologie studie; n/a = informatie kan niet uit onderliggende documenten worden achterhaald.

²² Aard = Wetenschappelijk (W) of commercieel (C).

SPEXone (fase A/B)

SPEXone is een satellietinstrument dat met enorme precisie aërosoleigenschappen in de aardatmosfeer kan meten ten behoeve van onderzoek naar klimaat.²³ Binnen het IOP-project gaat het specifiek om ontwikkelingsfase A/B, dat een systeemanalyse en design omvat en systeem-breadboarding van kritische technologie (o.a. telescoop, detector, coatings). Naast de cruciale systeem- en technologievraagstukken is ook gekeken naar toepassingsgebieden. SPEXone wordt ontwikkeld door een consortium bestaande uit Airbus DS NL en SRON, ondersteund door TNO en betreft een publiek private samenwerking. SPEXone zal onderdeel zijn van de NASA PACE-missie. Voorbereidingen voor de missie zijn medio 2015 gestart en de lancering staat gepland voor begin 2023. SPEXone is op 22 maart 2021 naar de VS getransporteerd voor samenbouw met de NASA-satelliet PACE. Met SPEXone krijgt Nederland in potentie belangrijk politiek aanzien voor haar klimaatbeleid. SPEXone zal voornamelijk data opleveren over de fundamentele kenmerken van aërosolen en de rol voor klimaat. In een volgende ontwikkelingsstap zou de technologie mogelijkheden kunnen leveren op het gebied van luchtkwaliteit.

LISA

LISA (*Laser Interferometer Space Antenna*) is een zwaartekrachtgolvendetector gebaseerd op interferometrie. LISA bestaat uit drie satellieten die op 2,5 miljoen kilometer afstand van elkaar in de ruimte zweven en met elkaar in verbinding staan via laserstralen. Door afstandsveranderingen te meten tussen de satellieten (uiterst precies, atomair niveau) is het mogelijk zwaartekrachtgolven te detecteren. LISA wordt ontwikkeld door een internationaal consortium van wetenschappers. Binnen het IOP-project ontwikkelt TNO prototypes voor een optisch systeem dat nauwkeurige uitlijning van laserstralen mogelijk maakt. De LISA-missie wordt geleid door ESA, met hulp van NASA. Zij verwachten LISA te lanceren in 2034. De belangrijkste technologieën van LISA zijn tussen eind 2015 en medio 2017 met succes gedemonstreerd in de LISA Pathfinder-missie van ESA. In het strategisch plan van het Nationaal Comité voor Astronomie (NCA) wordt LISA gemarkeerd als project met prioriteit voor de Nederlandse astronomie.²⁴

μSpec breadboard en μSpec feasibility

μSpec is een on-board kalibratie-device op basis van geïntegreerde fotonica waarmee nog hoogwaardigere metingen van atmosferische gassen door spectrometers mogelijk gemaakt worden. Er zijn twee projecten geïnitieerd met betrekking tot μSpec. Het eerste project betrof een kleine technische haalbaarheidsstudie naar micro-spectrometrie in samenwerking met cosine, ISIS, ADS, LioniX en TNO. In deze studie werd een globaal ontwikkelingsplan opgesteld waarin een demonstratieproject (TRL2-TRL4) als startpunt diende. Die studie is in 2019 afgerond. Het tweede project focust op breadboarding en is gestart in 2020 (cosine, LioniX, TNO).

HabEx

Het *Habitable Exoplanet Observatory* (HabEx) is een concept missie van NASA voor een optische telescoop om planetenstelsels rond zonachtige sterren in beeld te brengen. Het belangrijkste doel van de missie is om Aarde-achtige exoplaneten in kaart te brengen en hun atmosferische inhoud te karakteriseren. Door de spectra van deze planeten te meten kan HabEx planeten beoordelen op biologische activiteit, zoals de aanwezigheid van water,

²³ <https://www.sron.nl/earth-instrument-development/spex/spexone>.

²⁴ NCA (2016). Astronomy in the Netherlands 2016 – Midterm Update to the 2011-2020 NCA Strategic Plan and forward look to 2030

zuurstof en ozon, en bewoonbaarheid. HabEx wordt ontwikkeld door een internationaal consortium van wetenschappers, voornamelijk afkomstig van het NASA Jet Propulsion Laboratory. Dit project betreft de verdere ontwikkeling van een onderdeel van het optische systeem, nl. een bijzonder soort coronagraaf die vooral bij NOVA in ontwikkeling is. Binnen het IOP-project zijn NOVA, TNO, SRON en Universiteit Leiden betrokken bij de ontwikkeling van de coronagraaf voor HabEx.

Harmony

Harmony (voorheen: STERIOD) is een concept waarbij twee passieve radarsatellieten in formatie met Sentinel-1 zullen vliegen. Het doel is om met Harmony kleinschalige bewegingen van het oceaanooppervlak, volumeveranderingen in gletsjers en ijskappen en 3D-ervorming van het aardoppervlak te meten. Harmony is inmiddels geselecteerd voor fase A van de tiende ESA Earth Explorer-missie. De lancering staat gepland in 2028. Het Harmony IOP-project betreft de wetenschappelijke ondersteuning van Harmony door de PI van de missie aan de TU Delft. Het voorstel omvat ook de mogelijkheid van een hyperspectraalsensor van het bedrijf cosine op de Harmony missie.

GASIM (HyperScout® for air quality)

GASIM is een compacte hyperspectraalcamera met als doel het monitoren van luchtkwaliteit op lokaal niveau. Het instrument maakt beelden van de atmosfeer in hoge spectrale resolutie, waardoor het mogelijk is om emissie en transport van chemische stoffen en componenten in de atmosfeer in kaart te brengen, alsook de invloed daarvan op het leefmilieu. Het ontwerp van GASIM is gebaseerd op HyperScout®, in combinatie met aangepaste filter- en detector-technologie. Binnen het IOP-project is door een consortium bestaande uit cosine, ISIS en S[&]T een project uitgevoerd naar de concrete technische haalbaarheid van GASIM. Cosine leidt het consortium en is verantwoordelijk voor alle hardware, S[&]T voorziet in de software en ISIS faciliteert het missieontwerp. GASIM wordt mede ontwikkeld op vraag van een derde, commerciële partij.

Behoeftestudies

In 2019 heeft NSO binnen de IOP-regeling drie studies laten uitvoeren naar de huidige en toekomstige behoeftes van eindgebruikers (wetenschappers, overheden, bedrijven en soms ook burgers) aan satellietdata op het gebied van Luchtkwaliteit en klimaat (UT-ITC), Waterbeheer (Deltares), en Waterkwaliteit (UL-CML) met als doel de juiste keuzes te kunnen maken bij de ontwikkeling van nieuwe satellietinstrumenten of toepassingen op dit gebied.²⁵ In de rapporten wordt besproken welk soort informatie de gebruikers op elk van deze gebieden nodig hebben en waarom. Denk hierbij bijvoorbeeld aan informatie over vervuilende stoffen in de lucht in de stad en in het water in natuurgebieden, of informatie over overstromingen en droogte. Uit de rapporten blijkt ten eerste dat bestaande satellietdata soms niet voldoende worden gebruikt, bijvoorbeeld omdat de informatie niet in het juiste formaat wordt aangeleverd of wetten, regels of 'gewoontes' het gebruik ervan in de weg staan. Ten tweede blijkt dat de juiste satellietdata soms nog niet ingewonnen worden of bestaande data niet nauwkeurig genoeg zijn, terwijl daar wel vraag naar is. Dit kan aanleiding zijn om nieuwe satellietinstrumenten te ontwikkelen.

2.3.2 Kennisnetwerken (KNW)

In deze paragraaf geven we een beschrijving van de vijf kennisnetwerken zoals weergegeven in Tabel 2. Het betreffen de netwerken waarvan de calls in 2017 en 2019 plaatsvonden. In

²⁵ De rapporten zijn te downloaden via: <https://www.spaceoffice.nl/nl/nieuws/344/satellietdata-over-water-en-lucht-kunnen-nog-beter-benut-worden.html>.

Bijlage 4 is per kennisnetwerk een overzicht weergegeven van de partijen die aan elk netwerk deelnemen. Binnen de regeling kan financiering worden aangevraagd ter dekking van alle redelijke, niet-infrastructurele kosten die voor de kennisnetwerk-activiteiten moeten worden gemaakt, zoals aanstelling van personeel (aio of een postdoc), directe materiële kosten en reiskosten. Zoals gezegd is de maximale looptijd van projecten bij de KNW-regeling vijf jaar. Dit wil niet zeggen dat de kennisnetwerken na deze periode ophouden te bestaan. Door de netwerken te behouden, kan later worden ingespeeld op nieuwe kansen in het expertisegebied. Uit de gesprekken blijkt dat het deelnemers soms veel tijd kost om alle relevante partijen bij elkaar te brengen, maar de netwerkfunctie is belangrijk en als het netwerk eenmaal gevormd is biedt het een unieke mogelijkheid voor Nederlandse partners om gezamenlijk op te trekken. Verder noemen deelnemers aan de kennisnetwerken dat men het achteraf gezien opmerkelijk vindt dat partijen elkaar voor de invoering van de KNW-regeling wel sprak, maar dat de kennisnetwerken niet al eerder werden gevormd.

Tabel 2. Beschrijving van de vijf kennisnetwerken

KNW	Titel	Aantal leden ²⁶	Call
1	Breakthrough technologies for interferometry in space	19	2017
2	Dutch network on small spaceborne radar instruments and applications (NL-RIA)	19	2017
3	Breakthrough technologies for direct imaging and characterization of exoplanets from space	11	2017
4	Dutch network on microwaves for a new era of remote sensing of vegetation for agricultural monitoring (MINERVA)	14	2019
5	Dutch collaborative network for air pollution monitoring using satellites	8 (8)	2019

KNW 1: Breakthrough technologies for interferometry in space

Dit kennisnetwerk richt zich op de ontwikkeling van baanbrekende technologieën en innovaties voor het toepassen van interferometrie met satellieten in de ruimte. De ontwikkeling van dergelijke technologieën is van groot belang voor de toekomstige ruimtevaart, waarin constellaties van grote hoeveelheden (zeer) kleine satellieten (cube sats) en sensoren grote hoeveelheden informatie gaan opleveren die benut zullen worden bij de oplossing van grote wetenschappelijke, maatschappelijke en toepassingsvraagstukken. Een voorbeeld van een project dat gebruik maakt van deze technologie is OLFAR.²⁷

²⁶ Het getal tussen haakjes staat voor leden die een rol als stakeholder vervullen.

²⁷ <https://www.tudelft.nl/kennisvalorisatie/ontwikkeling-innovatie/innovation-projects/orbiting-low-frequency-array-olfar>

KNW 2: Dutch network on small spaceborne radar instruments and applications (NL-RIA)

Dit netwerk focust op de ontwikkeling en het gebruik van toekomstige ruimte-instrumenten in het microgolf-domein (radar). Het netwerk richt zich daarbij op doorbraaktechnologieën om de implementatie van kleine, lichtgewicht, low-power en goedkope radarsatellieten mogelijk te maken die compatibel zijn met SmallSat Earth Observation missies. De nadruk ligt op twee soorten instrumenten: radarhoogtemeters en *Synthetic Aperture Radars* (SAR's).

KNW 3: Breakthrough technologies for direct imaging and characterization of exoplanets from space

Dit kennisnetwerk richt zich op baanbrekende technologieën in het optische meetdomein ten behoeve van de ontwikkeling van toekomstige ruimte-instrumenten die het rechtstreeks detecteren van exoplaneten mogelijk maken.

KNW 4: Dutch network on microwaves for a new era of remote sensing of vegetation for agricultural monitoring (MINERVA)

Dit kennisnetwerk richt zich op nieuwe concepten en modellen voor toepassingen van het gebruik van microgolven voor het monitoren van vegetatie voor bv. landbouw.

KNW 5: Dutch collaborative network for air pollution monitoring using satellites

Dit netwerk richt zich op nieuwe concepten en modellen voor het op zeer hoge resolutie monitoren van luchtkwaliteit m.b.v. satelliet-instrumenten. Hierdoor wordt het mogelijk om luchtvervuiling heel lokaal, bijvoorbeeld in een stad, te meten. De bedoeling van het netwerk is om de verbinding te maken met eindgebruikers, om in kaart te brengen waar zich hiaten in onderzoek voordoen en hoe dergelijke instrumenten in de toekomst gerealiseerd kunnen worden.

2.4 Verhouding tot andere nationale en internationale beleidsinstrumenten

In deze paragraaf geven we aan hoe de twee instrumenten KNW en IOP passen in de ruimere ruimtevaart beleidsmix. We schetsen eerst de Nederlandse beleidsmix op hoofdlijnen. Vervolgens geven we aan hoe Nederlandse instrumenten helpen om een kennispositie in niches op te bouwen en daarmee toegang te krijgen tot internationale missies en projecten. Daarna benoemen we hoe de KNW en de IOP zich verhouden tot enkele omliggende instrumenten. Tot slot geven we kort inzicht in de appreciatie door met name bedrijven van dergelijke regelingen.

2.4.1 De Nederlandse beleidsmix

Het Nederlands ruimtevaartbeleid is sterk geënt op het Europese ruimtevaartbeleid. Circa 70% van het Nederlandse ruimtevaartbudget wordt gealloceerd via ESA en EUMETSAT. Via de inschrijving op de optionele ESA-programma's kan aan een belangrijk deel van dit budget echter nog wel een eigen inkleuring worden gegeven. Het resterende deel van het budget wordt via nationaal instrumentarium ingezet. Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) coördineert het grootste deel van het ruimtevaartbeleid en daarbinnen het nationale flankerend beleid. Het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW) coördineert aan ruimtevaart gerelateerde wetenschapsactiviteiten. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) investeert overwegend in ruimtevaartactiviteiten van EUMETSAT en het KNMI. De overige ministeries dragen geen directe verantwoordelijkheid maar hebben soms wel belangrijke ruimtevaartactiviteiten. Het ministerie van Buitenlandse Zaken is verantwoordelijk voor het grootschalige Geodata for Agriculture and Water (of

G4AW) programma. Het ministerie van Defensie investeert in kennisopbouw, technologie en een deel van het missie-gedreven onderzoek (gekoppeld aan de missie Veiligheid) en vult dat deels in met activiteiten op ruimtevaartgebied. Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) draagt bij aan de inkoop van satellietdata voor het satellietdataportaal en kijkt ook naar de inzet van satellietdata bijvoorbeeld voor beheer van kleine landschapselementen (samen met RVO in een tweede fase Small Business Innovation Research (SBIR)-project).

Er zijn verschillende manieren om een indruk te krijgen van de ruimtevaart beleidsmix. Een eerste manier is te kijken naar de laatste Nota Ruimtevaartbeleid 2019. Dit bevat een financieel overzicht dat een indruk geeft van de belangrijkste begrotingsposten en hun omvang. De richtbedragen kunnen nadien nog enigszins zijn gewijzigd, maar ze geven een indruk van de geplande inspanning voor de periode 2020-2022. In totaal tellen de posten voor drie jaar op tot een voorgenomen 374,4 miljoen euro.²⁸ Incidenteel zijn er wijzigingen. Over de afgelopen periode is bijvoorbeeld geïnvesteerd in de Spacecampus Noordwijk (via een Regiodeal). Ook een toekenning van een aanvraag voor bijvoorbeeld grootschalige wetenschappelijke infrastructuur uit ruimtevaarthoek (via NWO) kan leiden tot een wijziging van dit bedrag. De nationale post wetenschap (incl. instrumenten) bekostigt onder andere de KNW-regeling en het IOP (en het GO-programma).

Tabel 3. Overzicht financiële reserveringen voor ruimtevaartbeleid (2020-2022)²⁹

Post	Bedrag (€M)	Subtotaal (€M)
ESA-inschrijving		267,5
Verplichte ESA-programma (EZK & OCW)	134,0	
Optionele ESA-programma's	133,5	
Bijdrage EUMETSAT (IenW)	61,0	61,0
Defensie	12,4	12,4
Nationale programma's		33,5
Portal satellietdata NSO (EZK)	3,0	
ESTEC en outreach (EZK, OCW)	2,0	
Stimulering toepassingen (EZK)	4,0	
Wetenschap incl. instrumenten (OCW)	17,0	
Nationale technologieontwikkeling (EZK)	4,5	
Doorloop 2016-2019	3,0	
		374,4

²⁸ In totaal betreft het 18 begrotingsposten. Tellen we echter individuele beleidsinstrumenten (inclusief bijdragen in de financiering van kennisinstellingen) dan gaat het om een groter aantal 'regelingen' of instrumenten. In de evaluatie van het ruimtevaartbeleid zoals dat in 2018 is gepubliceerd waren 34 instrumenten opgenomen. Hiervan werden er (over de gehele periode 2012-2016) 20 door NSO uitgevoerd waaronder het Instrumentencluster, de PIPP-regeling (de voorganger van de KNW-regeling), de (bijdrage aan) SCIAMACHY, OMI en TROPOMI, de SBIR-space en bijvoorbeeld het Satellietdataportaal NSO. Ook inmiddels niet gecontinueerde regelingen maken hier deel van uit. In totaal 14 instrumenten werden niet primair door NSO uitgevoerd zoals bijvoorbeeld bijdragen aan de diverse categorieën kennisinstellingen, instrumenten op defensiegebied, de bijdragen aan EUMETSAT et cetera. Zie Dialogic (2018), Evaluatie van het Nederlandse ruimtevaartbeleid 2012-2016, p. 121-124.

²⁹ Nota Ruimtevaartbeleid 2019. Voor Defensie is de periode 2020-2023.

Een tweede manier om een indruk te krijgen van de beleidsmix is door meer historisch te kijken naar de constanten in het Nederlandse ruimtevaartbeleid. Dat zijn er drie, te weten:³⁰

1. Wetenschap: investeringen in de vereiste kennisbasis voor ruimtevaartactiviteiten variërend van traditionele ruimtevaartdisciplines als astronomisch onderzoek (vooral hoge energie- en sub-millimeter-astrofysica), tot bredere ruimtevaartrelevante disciplines als aardwetenschappen en planeetonderzoek;
2. Ruimte-infrastructuur: stimuleren van activiteiten die betrekking hebben op de 'traditionele ruimtevaart'. Het gaat hier om het stimuleren van de Nederlandse capaciteit in technologie- en instrumentontwikkeling voor de ruimtevaart;
3. Maatschappelijke gebruik: de nadruk op toepassingen die voortkomen uit ruimtevaartactiviteiten, en die ingezet kunnen worden in andere maatschappelijke en commerciële domeinen. Deze categorie is in de loop der tijd steeds belangrijker geworden in het Nederlandse ruimtevaartbeleid. Juist satellietdata dragen bij aan of bieden uitzicht op toepassingen van (resultaten van) ruimtevaart in zeer uiteenlopende domeinen. Echter, technologie- en instrumentontwikkeling zijn ook van oudsher al onderdeel geweest van het Nederlandse ruimtevaartbeleid, veelal gekoppeld aan specifieke missies.³¹

2.4.2 Nationale instrumenten als entry ticket voor deelname internationale projecten/missies

In de Nota Ruimtevaartbeleid 2019 presenteert de overheid vanuit in totaal zes perspectieven haar keuzes wat betreft het ruimtevaartbeleid.³² In de eerste van de genoemde zes perspectieven (maatschappelijk) geeft de overheid aan te kiezen voor ontwikkeling en gebruik van instrumenten en noemt daarbij specifiek het instrumentencluster (waaronder IOP) en de KNW. Onder het wetenschappelijk perspectief noemt zij expliciet dat "[op] deze wijze Nederlandse consortia [ontstaan] die kennis opbouwen en voorsorteren op kansen in internationale programma's, missies en markten." (2019, p. 7).³³ Ze beoogt daarmee dat de investeringen op nationaal niveau en de investeringen in de (optionele) programma's van ESA elkaar versterken en noemt daarbij dat dit doel nog relevanter wordt als de ruimtevaartuitgaven van de EU zullen toenemen, wat de verwachting is (2019, p. 3).

Eind 2020 is bekend geworden dat dit laatste daadwerkelijk het geval is. Weliswaar neemt de omvang van het thema Space binnen Horizon Europe af, maar ontstaat een groot EU Space programme *naast* Horizon Europe waarin de verdere ontwikkeling van de bestaande programma's als GALILEO/EGNOS (satellietnavigatie) en Copernicus (aardobservatie)

³⁰ Dialogic (2018). Evaluatie van het Nederlandse Ruimtevaartbeleid 2012-2016 (p.19).

³¹ Zoals NSO terecht aangeeft kun je als overheid of ruimtevaart community op een hele reeks van manieren bijdragen aan missies variërend van nieuwe missie-concepten, missie-advies, instrumenten, modellering, simulaties, kalibratie en validatie ('cal/val'), tot wetenschappelijke en operationele data-exploitatie. NSO merkt ook op dat met name die laatste twee vanwege de enorm toenemende hoeveelheid beschikbare missies en dat, steeds belangrijker worden en dat het huidige ruimtevaartbeleid daar niet in voorziet. Zie NSO (2019), NSO-advies voor het ruimtevaartbeleid vanaf 2020, Den Haag, p.35.

³² Maatschappelijk; wetenschappelijk; economisch; Europese autonomie en veiligheid; ESTEC/Space Campus; veiligheid en duurzaamheid.

³³ Overigens geeft NSO in haar advies over het ruimtevaartbeleid van 2020 aan (2019, p. 4) dat: "Het Nederlandse budget onvoldoende [is] om alle ambities die voortkomen uit de beleidsdoelstellingen te dekken en ook niet voldoende om de bestaande posities op alle punten zeker te stellen." Ze geeft ook aan dat voor een aantal beleidsprioriteiten simpelweg geen ruimte is binnen het gereserveerde (bescheiden) budget voor ruimtevaartbeleid. En dat een aantal kansen op het gebied van technologie- en instrumentontwikkeling geen doorgang kunnen vinden (zie p.5).

worden ondergebracht, net als nieuwe initiatieven op het gebied van satellietcommunicatie (GOVSATCOM) en Space Situational Awareness (SSA).³⁴ Bij Copernicus, Galileo en SSA wordt gewerkt in (publiek-private) *partnerships*. Om een rol van betekenis te kunnen spelen in deze *partnerships*, is het nodig om in een vroeg stadium betrokken te raken. Het zijn zeer groot-schalige investeringen in de ruimte-infrastructuur. Dergelijke ruimte-infrastructuren kunnen alleen gebouwd worden op basis van inzichten uit ruimteonderzoek en zijn op hun beurt ook weer een belangrijke voorwaarde voor verder ruimteonderzoek.

De inspanningen van ESA en EU voorzien vooral in een ruimte-infrastructuur. Op missies in het Science Programme worden instrumenten en payloads vooral nationaal gefinancierd, zoals bv. HIFI (Herschell) en X-IFU(Athena)³⁵. Ook heeft de Nederlandse overheid direct of via SRON, TNO en Airbus geïnvesteerd in de atmosfeermissies OMI, TROPOMI, SPEXone. Van dergelijke nationale inspanningen hebben zowel wetenschappelijke onderzoeksgroepen als bedrijven geprofiteerd. Het samenspel tussen bijdragen aan ESA, inschrijvingen, uitnodigingen voor missies en extra investeringen via nationale regelingen als de Kennisnetwerkenregeling (KNW), het instrumentenontwikkelingsprogram (IOP) en Programma Gebruikersondersteuning ruimteonderzoek (GO-regeling) is een precaire balanceeract. Bij de nationale programma's als de KNW en het IOP wordt gekeken hoe de Nederlandse positie op het gebied van ruimte-instrumenten versterkt kan worden, binnen de kaders van ESA. Het is daarbij voor een klein land als Nederland essentieel om op specifieke kerntechnologieën een positie te verwerven waardoor men niet om Nederland heen kan wat helpt bij deelname aan belangrijke missies in het ruimteonderzoek. Door gericht te investeren in grensverleggende technologieën of kennis wordt men als een volwaardig lid van de familie van ruimtevaartlanden gezien. Op basis van die bijdrage kan men deelnemen aan die missies en zo ook te profiteren van kennis die elders is ontwikkeld. Alleen door ook lokaal te investeren in grensverleggende kennis en technologie kan toegang tot kennis en technologie die elders is ontwikkeld worden verkregen. De opbrengst van de investeringen op nationaal niveau zijn zo bezien veel groter dan enkel de directe kennis en technologie die met de betreffende investering wordt gegenereerd.³⁶

2.4.3 Aanverwante nationale instrumenten

KNW en IOP zijn beide gericht op instrumentontwikkeling en -gebruik. Hierbij is KNW op de lange termijn gericht en dekt het de vroege ontwikkelingsfase af (TRL 1-3). IOP richt zich op de middellange termijn en dekt de vervolgfases af (typisch TRL 4-6). Wordt daadwerkelijk besloten een instrument te realiseren (TRL 7-9) dan is de doelstelling dat de afnemer financiert. Voor wetenschappelijke instrumenten zijn dat veelal wetenschapsfinanciers (o.a. ESA, EC en OCW), voor instrumenten gericht op maatschappelijke of beleidstoepassingen de betrokken departementen, en voor commerciële toepassingen marktpartijen.

³⁴ Voor het EU Space programme is een budget beschikbaar van 13,2 miljard euro (zie https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_2449). Dat is aanzienlijk meer dan het thema Space in het Horizon Europe programma waar voor het totale thema Digital, Industry & Space voor de periode 2021-2027 gezamenlijk ruim 13,8 miljard euro beschikbaar is (zie <https://www.neth-er.eu/media/G3O0M6W5E4/docs/uitkomsttrilooghorizoneuropebudgetverdeling.pdf>).

³⁵ Te noemen is nog dat voor Athena de spiegels door het Nederlandse bedrijf cosine in opdracht van ESA worden geproduceerd.

³⁶ Dialogic (2021), Beschrijving en evaluatie Ruimteonderzoek in Nederland. Onderzoek uitgevoerd in opdracht van het ministerie van OCW, Utrecht, p. 31-32.

Nederland kent een traditie van ondersteuning van instrumentontwikkeling.³⁷ Een bekend voorbeeld van satellietinstrumenten die zijn gebouwd op basis van Nederlandse investeringen in kennis en instrumentontwikkeling is de reeks instrumenten SCIAMACHY; OMI; TROPOMI. Daartoe is per instrument telkens apart besloten. De investeringen die nu via IOP in SPEXone en LISA gedaan worden passen ook in die traditie, hoewel het hier duidelijk om de ontwikkelingsfasen gaat en niet om het bouwen van het instrument zelf. In die zin zijn het voorbeelden van projecten die tot 2012 typisch via de in dat jaar afgeschafte PEP-regeling gefinancierd zouden zijn. De PEP-regeling had als doelstelling Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen die actief zijn in ruimtevaart, te stimuleren in de ontwikkeling van innovatieve technologische kennis die is gericht op toepassing in (toekomstige) R&D-programma's van ESA. Dat werd gedaan door de participatie van desbetreffende bedrijven en kennisinstellingen in deze programma's mee te financieren.³⁸

Andere regelingen die enigszins vergelijkbaar zijn met KNW en IOP, zijn de SBIR-space en het programma Gebruikersondersteuning Ruimteonderzoek (GO).

De SBIR-regeling (*Small Business Innovation and Research*) in het ruimtevaartdomein is een regeling van NSO die in 2015 van start is gegaan om de toepassing van satellietgegevens door overheidsinstellingen te stimuleren (SBIR-toepassingen).³⁹ Overheden hebben een concrete vraag, waarop bedrijven een antwoord formuleren in de vorm van een idee voor een applicatie. De overheid treedt hiermee op als *launching customer*. De meest kansrijke ideeën krijgen een subsidie om voor deze applicatie een werkend prototype te ontwikkelen. Het NSO heeft 'innovatiegericht inkopen ruimtevaart' geïntroduceerd, met SBIR als financieringsinstrument. De SBIR kent een opzet van een brede verzameling van kleine en/of risicovolle projecten die na selectie toewerken naar grotere prioriteitsprojecten, waardoor de regeling als open wordt ervaren. Dit is in mindere mate het geval van bij de KNW-regeling en het IOP, waarbij nog meer een trechter- in combinatie met een portfolio-benadering zou kunnen worden gehanteerd. Er is daarnaast ook een SBIR-technologie die specifiek op upstream technologieontwikkelingen gericht is. De SBIR-toepassingen zijn in vergelijking met het IOP meer gericht op toepassingen en applicaties in de downstream/benutting van satellietdata (en mogelijk ook al wat meer gericht op de markt, dus TRL 8-9). De SBIR-technologie is net als het IOP gericht op het kwalificeren voor concrete missies van bijvoorbeeld ESA, echter niet specifiek voor instrumenten maar voor technologie in het algemeen.

De GO-regeling beoogt het bieden van ondersteuning aan in Nederland werkzame onderzoekers bij het (voorbereiden op het) gebruik van wetenschappelijke infrastructuur in de ruimte ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek van hoge kwaliteit. Het programma omvat de wetenschappelijke thema's Aardobservatie en Planeetonderzoek. Binnen het thema Aardobservatie staat het programma open voor onderwerpen op de gebieden geosfeer, hydrosfeer, atmosfeer, cryosfeer en biosfeer, en onderzoek waar deze gebieden samenkomen. Voor planeetonderzoek is het thema planetaire evolutie en leefbaarheid (habitability) vastgesteld, waarbij het onderzoek gericht is op ons eigen zonnestelsel. Dit instrument is gericht op het gebruik van satellietgegevens, vergelijkbaar met downstream. GO-projecten kunnen zowel lage TRL (fundamenteel onderzoek) als hoge TRL (operationele toepassingen) hebben. Waar GO zich vooral richt op het gebruiken van *bestaande* ruimte-infrastructuur, richtte de KNW-

³⁷ Zie Dialogic (2018). Evaluatie van het Nederlandse Ruimtevaartbeleid 2012-2016, Bijlage 4 voor een overzicht van het instrumenten portfolio ruimtevaartbeleid, inclusief het type marktfalen waar met deze instrumenten zich op richten.

³⁸ Uit eerder onderzoek weten we dat veel ondernemingen de PEP-regeling zagen als een ideaal instrument om goed voor te kunnen sorteren op ESA-missies en de regeling node missen (zie 2.3.4).

³⁹ De generieke SBIR wordt uitgevoerd door RVO.

call van 2019 ('downstream'-call) zich op het gebruik van (data van) *toekomstige* ruimte-instrumenten.

De KNW-regeling en het IOP kennen dus enige overlap en complementariteit met bestaande programma's als de SBIR en het GO-programma. Het unieke aspect van de KNW-regeling en het IOP is dat de samenwerking tussen partijen expliciet als doel is gesteld en wordt ondersteund. Daarnaast is een uniek aspect van de KNW-regeling (een NWO-regeling) dat naast de kennisinstellingen ook bedrijven onder voorwaarden financiering kunnen ontvangen binnen de projecten.

2.4.4 Belang van investeringen voor instrumentontwikkeling voor ruimtevaartbedrijven en onderzoeksgroepen in het ruimteonderzoek.

Uit eerder onderzoek weten we dat ruimtevaartondernemingen positief oordelen over doeltreffendheid van regelingen gericht op instrumentontwikkeling.⁴⁰ Van de 14 instrumenten genoemd in dit onderzoek bestaat de top-4 uit regelingen die geheel⁴¹ of gedeeltelijk⁴² gericht zijn op instrumentontwikkeling. In een recentere studie naar de brede betekenis van ruimtevaart is ook een survey onder ruimtevaartbedrijven gehouden. Hierin is onder andere gevraagd naar de knelpunten die zij ervaren bij de doorontwikkeling van de sector. Uit de survey komt naar voren als meest ervaren knelpunt de (gepercipieerde) onvoldoende ondersteuning vanuit de overheid. Daarnaast wordt het gebrek aan mogelijkheden om mee te doen aan (inter-)nationale programma's relatief vaak genoemd.⁴³ Meer vanuit het perspectief van onderzoeksgroepen die in Nederland actief zijn in het ruimteonderzoek in enge zin⁴⁴ weten we dat participatie in de ontwikkeling van en het gebruik van grootschalige instrumenten en infrastructuren van belang zijn voor een toenemend aantal onderzoeksgroepen. Het gaat daarbij niet alleen om onderzoeksgroepen in het hart van het ruimteonderzoek (*the usual suspects*) maar in toenemende mate ook om onderzoeksgroepen aan de randen ervan. Hetzij omdat ze door middel van technologieontwikkeling bijdragen, hetzij omdat de instrumenten resulteren in vooral satellietdata die steeds breder kunnen worden benut.⁴⁵

⁴⁰ Zie Dialogic (2018), Evaluatie van het Nederlandse ruimtevaartbeleid 2012-2016. Onderzoek uitgevoerd in opdracht van het ministerie van EZK, Utrecht, p. 120.

⁴¹ Ontwikkeling van TROPOMI/OMI/SCIAMACHY, en Instrumentencluster.

⁴² Optionele ESA-programma's, de voormalige PEP-regeling, zie Tabel 3.

⁴³ Zie Dialogic (2020), Brede verkenning toegevoegde waarde ruimtevaart voor Nederland. Onderzoek uitgevoerd in opdracht van het ministerie van EZK, Utrecht, p. 6-7.

⁴⁴ Dat is: onderzoek in en vanuit de ruimte maar niet vanaf de aarde.

⁴⁵ Dialogic (2021), Beschrijving en evaluatie Ruimteonderzoek in Nederland. Onderzoek uitgevoerd in opdracht van het ministerie van OCW, Utrecht

3 Portfolio- en netwerkanalyse

3.1 Portfolioanalyse

In deze paragraaf geven we een overzicht van de tijdslijn en budgetverdeling van beide regelingen en beschrijven door middel van een netwerkanalyse hoe de partijen die gebruik maken van de regelingen met elkaar samenwerken.

3.1.1 Tijdslijn en budgetten van de KNW- en IOP-projecten

Het totale budget voor de KNW- en IOP-regelingen voor de periode 2017-2019 bedraagt ruim 8 miljoen euro en is inmiddels gespendeerd. Tabel 4 geeft een overzicht van de budgetverdeling van de IOP-projecten. Hierbij valt een onderscheid te maken tussen de meer substantiële IOP-projecten 1 tot en met 5 – samen goed voor 4,3 miljoen euro – en de relatief kleine haalbaarheidsstudies van IOP-projecten 6 tot en met 10, met een totaalbudget van 250.000 euro. Het totale budget binnen de IOP-regeling komt daarbij uit op 4,5 miljoen euro. Een aanzienlijk deel van het budget wordt besteed aan de SPEXone- en LISA-projecten. NSO heeft in 2019 buiten het IOP om nog 7 miljoen euro toegezegd die benodigd was voor de vervaardiging van het SPEXone meetinstrument (fase C/D). Hiermee komt het totale budget voor het SPEXone project uit op 9 miljoen euro.

Tabel 4. Budgetverdeling IOP-projecten

Project	Naam	Budget
IOP 1	SPEXone fase A/B	€ 2.000.000,00
IOP 2	LISA	€ 1.400.000,00
IOP 3	µSpec breadboard	€ 500.000,00
IOP 4	HabEx	€ 200.000,00
IOP 5	Harmony	€ 200.000,00
IOP 6	µSpec feasibility	€ 50.000,00
IOP 7	GASIM (HyperScout® for AirQuality)	€ 50.000,00
IOP 8	Behoeftestudie Luchtkwaliteit en Klimaat	€ 50.000,00
IOP 9	Behoeftestudie Waterkwaliteit	€ 50.000,00
IOP 10	Behoeftestudie Waterbeheer	€ 50.000,00
Totaal		€ 4.500.000,00

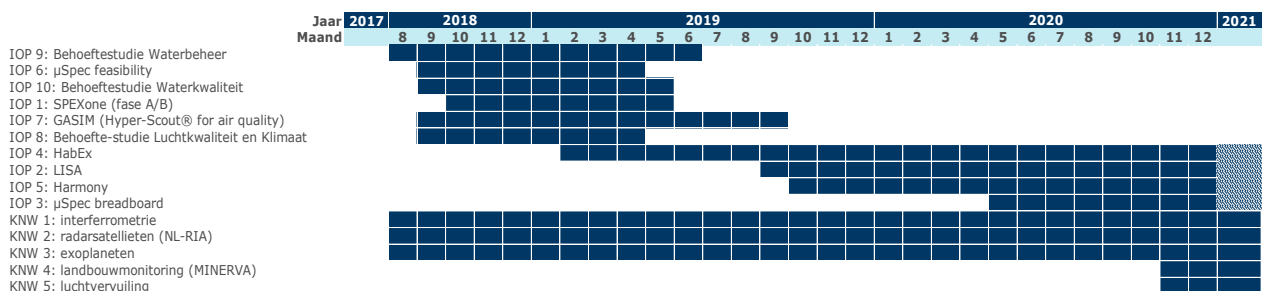
In Tabel 5 is een overzicht weergegeven van de budgetverdeling binnen de KNW-regeling. Het totale budget binnen de KNW-regeling komt uit op 3,57 miljoen euro.

Tabel 5. Budgetverdeling kennisnetwerken

Project	Naam	Budget
KNW 1	Breakthrough technologies for interferometry in space	€ 750.000,00
KNW 2	Dutch network on small spaceborne radar instruments and applications (NL-RIA)	€ 750.000,00
KNW 3	Breakthrough technologies for direct imaging and	€ 750.000,00

Project	Naam	Budget
KNW 4	characterization of exoplanets from space Dutch network on microwaves for a new era of remote sensing of vegetation for agricultural monitoring (MINERVA)	€ 660.000,00
KNW 5	Dutch collaborative network for air pollution monitoring using satellites	€ 660.000,00
Totaal		€ 3.570.000,00

Figuur 2 geeft een overzicht van de planning van de KNW- en IOP-projecten. Wat betreft de IOP-projecten zijn op dit moment enkel de IOP-projecten 2 tot en met 5 nog lopend. Dit zijn LISA, µSpec breadboard, HabEx en Harmony. Met uitzondering van het LISA-project (einde juni 2021) zijn de exacte einddata van deze projecten nog niet bekend. Wanneer de KNW-projecten aflopen is nog onduidelijk. De maximale looptijd van projecten binnen de regeling is vijf jaar, maar de kennisnetwerken hebben over het algemeen de hoop en verwachting dat ze na deze periode nog blijven bestaan. De projecten trachten de samenwerking tussen diverse partijen te bevorderen voor de ontwikkeling van toekomstige ruimte-instrumenten. De kennisnetwerken zijn dus vooral gericht op de lange termijn en zijn daarom nog actief.



Figuur 2. Tijdsplanning KNW- en IOP-projecten

3.1.2 Samenwerkingen

Naast het feit dat partijen binnen een kennisnetwerk of binnen een IOP-project samenwerken, is er ook een aantal partijen dat zowel in een KNW- als IOP-project actief is (zie Tabel 6). Het merendeel van deze partijen zijn Nederlandse bedrijven. Uit de tabel blijkt bovendien dat een aantal partijen zowel in een KNW- als IOP-project samenwerken. Airbus DS NL, cosine en LioniX werken bijvoorbeeld zowel in KNW-3 als in IOP-6 samen. Airbus DS NL werkt tevens samen met SRON in KNW-1, 3 en 5 en IOP-1. Ook Universiteit Leiden, NOVA en SRON lijken nauw samen te werken, in zowel KNW-3, als IOP-4. Een andere frequente samenwerking is die tussen ISIS en S[&]T sterk: KNW-1, 2 en IOP-7. Van de in totaal 56 door Dialogic geïdentificeerde onderzoeksgroepen (waarvan enkele slechts marginaal bijdragen aan ruimteonderzoek) voor ruimteonderzoek in Nederland participeert ruim 50% in de vijf kennisnetwerken en zo'n 16% in de IOP-projecten. Dit verschil is te verklaren doordat de kennisnetwerken vooral gericht zijn op activiteiten op een laag TRL (1-3) en dus voornamelijk onderzoek betreffen, terwijl de IOP-projecten zich richten op een hoger TRL (3-6), waarbij bedrijven een rol gaan spelen bij het ontwikkelen, testen en valideren van prototypen. Aan de consortia binnen de IOP-regeling nemen in totaal 13 unieke deelnemers deel (5 onderzoeksgroepen en 8 bedrijven) deel. De vijf KNW-netwerken kennen 58 unieke deelnemers (29 onderzoeksgroepen en 29 bedrijven). Sommige deelnemers (8) nemen aan

meerdere IOP-projecten of meerdere Kennisnetwerken deel (13) en uiteraard zijn er ook deelnemers die aan beide regelingen deelnemen (12). Onder de intensieve deelnemers aan beide regelingen opgeteld bevinden zich zowel bedrijven als kennisinstellingen.

Tabel 6. Partijen die zowel in een KNW- als IOP-project actief zijn⁴⁶

Partij	Type	Deelname aan KNW:	Deelname aan IOP:
Airbus DS NL	Nationaal bedrijf	1, 2, 3, (5)	1, 6
cosine	Nationaal bedrijf	3	3, 6
Deltares	TO2-instelling	2	10
UT-ITC	Universitair instituut	4	8
Universiteit Leiden (CML, STRW)	Universitair instituut	3	4, 9
ISIS	Nationaal bedrijf	1, 2	7
LioniX	Nationaal bedrijf	2, 3	3, 6
NOVA	Samenwerkingsverband	3	4
S[&]T	Nationaal bedrijf	1, 2, 3, (5)	7
SRON	NWO-instituut	1, 3, 5	1, 4
TNO	TO2-instelling	1, 2, 5	(1), 2, 3, 6
TU Delft ⁴⁷	Universitair instituut	1, 2, 3, 4, 5	(2), 5

3.2 Netwerkanalyse

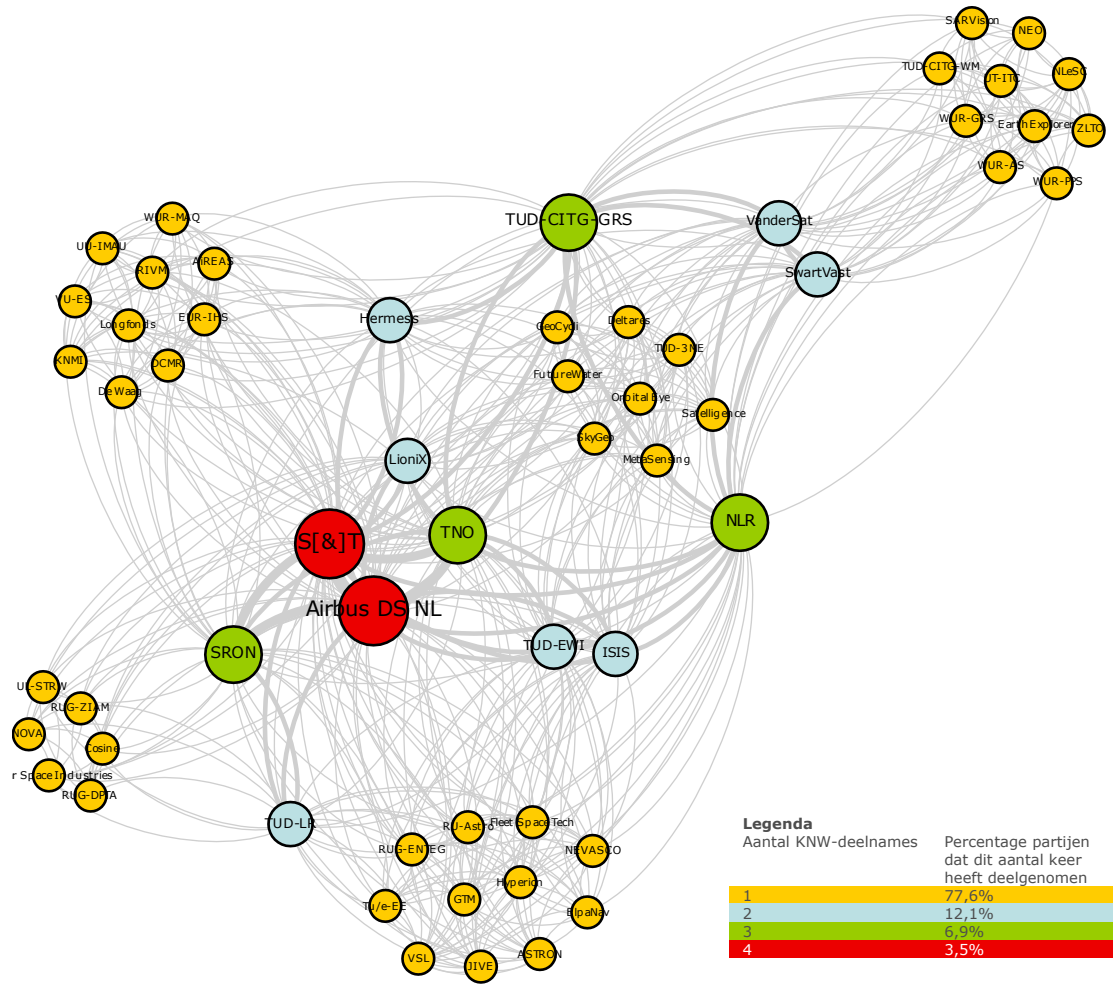
Voor de KNW-projecten hebben we een netwerkanalyse uitgevoerd.⁴⁸ Hiervoor hebben we twee netwerkvisualisaties gemaakt. Figuur 3 presenteert een netwerkvisualisatie van alle partijen die actief zijn in KNW 1 tot en met 5. De kleur en grootte van de 'nodes' vertegenwoordigen het aantal kennisnetwerken waaraan een partij deelneemt.

⁴⁶ Bij een KNW of IOP-projectnummer tussen haakjes vult de partij een rol als stakeholder.

⁴⁷ Het gaat hier om TUD-3ME, TUD-CiTG-GRS, TUD-CiTG-WM, TUD-EWI en TUD-LR.

⁴⁸ Voor de IOP-projecten biedt een netwerkanalyse geen waardevolle inzichten, mede door het beperkte aantal partijen en het feit dat één partij nauwelijks in meerdere IOP-projecten voorkomt.

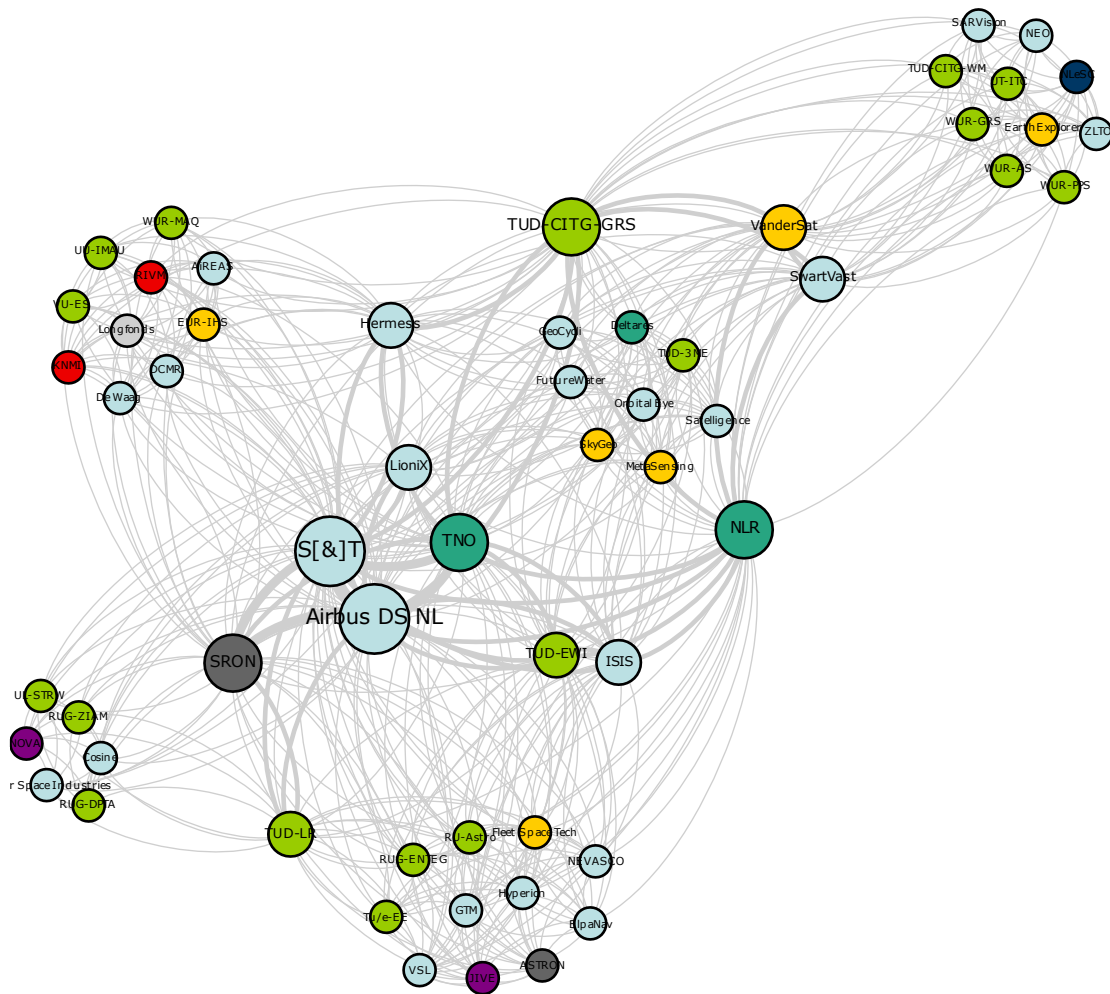
In de visualisatie is een duidelijke clustering van partijen te zien met daarnaast een aantal partijen die een centrale plaats in het netwerk innemen. De clusters vertegenwoordigen uiteraard de verschillende KNW-projecten. Airbus DS NL en S[&]T nemen de meest centrale positie in het netwerk in doordat zij beide deelnemen in vier kennisnetwerken, gevolgd door SRON, TNO, NLR en TUD-CITG-GRS, die elk deelnemen in drie kennisnetwerken.



Figuur 3. Netwerkvisualisatie partijen in KNW 1-5 (aantal keer deelname in KNW)

In Figuur 4 is een uitsplitsing gemaakt naar het type partij (nationaal of internationaal bedrijf, kennisinstelling en non-profitorganisatie). We zien dat elk kennisnetwerk bestaat uit een min of meer gelijke verdeling van kennisinstellingen en nationale bedrijven, met incidenteel deelname van een internationaal bedrijf.

Legenda	
Type partij	Percentage partijen van dit type
Nationaal bedrijf	39,7%
Universitair instituut	31,0%
Internationaal bedrijf	10,3%
TO2-instelling	5,2%
Rijkskennisinstelling	3,5%
Samenwerkingsverband	3,5%
NWO-instituut	3,5%
NWO-onderdeel	1,7%
Non-profit organisatie	1,7%



Figuur 4. Netwerkvisualisatie partijen in KNW 1-5 (type partij)

3.3 Samenvatting

Het budget van het IOP is enigszins groter dan het budget voor de KNW-regelingen. Van het beschikbare IOP-budget is het merendeel besteed aan enkele grote projecten. Bij de KNW-regeling is de financiering voor de call van 2019 lager dan die voor de call van 2017. Een aantal IOP-projecten zijn reeds afgerond, maar een aantal projecten lopen nog door. Alle kennisnetwerken lopen ook nog door (waarbij het onzeker is of en in welke mate de kennisnetwerken zullen blijven bestaan nadat de financiering vanuit de regeling stopt). De regelingen kennen een groot bereik met de deelnemers (zowel onderzoeksgroepen als bedrijven) en een aantal partijen zijn actief in zowel IOP-projecten als KNW-projecten. Uit de netwerkanalyse blijkt dat er duidelijk een aantal centrale spelers zijn in de KNW-projecten.

4 Doeltreffendheid

In dit hoofdstuk beschrijven we de doeltreffendheid van de KNW-regeling en het IOP. We gaan daarbij in op samenwerkingen, het versterken van de Nederlandse positie op het gebied van ruimte-instrumenten en de toegevoegde waarde voor de wetenschap, maatschappij en economie. De effecten van de regelingen zijn waarschijnlijk nog maar beperkt zichtbaar omdat ze vooral op de lange termijn werken en de regelingen nog maar relatief kort bestaan. Voor dit hoofdstuk hebben we voornamelijk geput uit de uitgevoerde interviews.

4.1 Samenwerking

Het gezamenlijke doel van KNW en IOP is om op nationale schaal *pre-competitive* netwerken te bouwen. Deze netwerken zijn nodig om de positie van Nederlandse onderzoeksgroepen, onderzoeksinstituten en bedrijven in de specifieke markten voor ruimtevaartonderzoek (bijvoorbeeld op het terrein van luchtkwaliteit) op de middellange termijn vast te houden dan wel op de langere termijn uit te bouwen. KNW en IOP vullen elkaar daarbij aan.

KNW en IOP bundelen de Nederlandse kennis en expertise en geven het ruimteonderzoek richting vanuit de vraagzijde. Buiten KNW en IOP zijn er weinig andere regelingen voorhanden die zich specifiek richten op het opbouwen (en onderhouden) van samenwerking op nationaal niveau.⁴⁹ Samenwerkingen, ook bijvoorbeeld op internationaal niveau, komen anders vooral voor in de vorm van gelegenheidsconsortia, of partijen zouden individueel moeten proberen om toegang te krijgen tot (of te behouden in) internationale consortia (ESA, EU). Door de recente focus in het Europese kaderprogramma op public-private partnerships is deze toegang extra belangrijk geworden. Bundeling vooraf op nationaal niveau geeft het Nederlandse ruimteonderzoek de kritische massa om deze toegang te krijgen.

De kern van de bijdrage van de KNW en IOP-regelingen is dus dat Nederlandse partijen – in gezamenlijkheid – zijn voorbereid op missies die (mogelijk) gaan lopen en calls die (mogelijk) gaan worden uitgezet. De doeltreffendheid van de regelingen schuilt met name in het feit dat er eerst op nationaal niveau (als het ware in een beschermde niche) al consortia kunnen worden (uit)gebouwd. Die hoeven dus niet op het moment dat er een opening is op stel en sprong in elkaar te worden gezet. Nederlandse partijen kunnen daardoor sneller inspringen op mogelijkheden die zich internationaal voordoen. De regelingen vergroten met andere woorden het anticiperend vermogen van het Nederlandse ruimteonderzoekssysteem. Doordat er wordt gewerkt met staande, doorlopende consortia en doordat er gezamenlijk kan worden opgetrokken kan de zichtbaarheid van (de specifieke sterkten in) het Nederlandse ruimteonderzoek in internationale gremia ook worden vergroot. Overigens is de maximale doorlooptijd van KNW-*projecten* vijf jaar. Het doel is om de netwerksamenwerking na afloop van die eerste projecten door te laten lopen, waarbij eventuele gewenste financiering uit zal moeten worden bestendigd uit verschillende bronnen.

⁴⁹ Voorbeelden zijn de tranche 'innovatiegericht inkopen ruimtevaart' binnen de SBIR-regeling en het programma Gebruikersondersteuning Ruimteonderzoek (GO) van NWO (zie ook hiervoor, §2.4.3). De SBIR-toepassingen is gericht op downstream toepassingen (van satellietdata), de SBIR-technologie op algemene upstream technologie, en GO richt zich op downstream kennisontwikkeling (aardobservatie en planeetonderzoek). Noch SBIR noch GO is expliciet gericht op (het bevorderen van) samenwerkingen.

Deze dynamiek geldt in het algemeen voor grote (internationale) R&D-projecten. Echter, gegeven de specifieke kenmerken van ruimteonderzoek is het belang van anticiperend vermogen en van internationale zichtbaarheid van extra belang. Ruimteonderzoek is gestructureerd rond grote internationale missies. Deze missies (zoals LISA en PACE/SPEXone) hebben een lange doorlooptijd. Ze vergen een lange voorbereiding en forse voorinvesteringen. Tegelijkertijd blijft er vaak lange tijd onduidelijkheid bestaan wie op welke manier en in welke mate aan missies gaan bijdragen. De onderliggende consortia kennen vaak een hoge mate van dynamiek. Mogelijkheden om deel te nemen (*windows of opportunities*) verschijnen opeens. Andersom worden missies soms op het laatste moment afgeblazen (de SPICA-missie is daar een recent voorbeeld van). In de praktijk betekent dit dat er voortdurend (nationale) teams/consortia zich warmlopen om een (goede) plaats te bemachtigen in missies en/of actief proberen om de inhoud van de missie te sturen in een richting die het beste bij hun expertise/portfolio past.

Wat verder geldt voor ruimteonderzoek is de nauwe verwevenheid tussen wetenschap en instrumentenbouw. Dit geldt ook voor bijvoorbeeld natuurkunde, scheikunde en medicijnen maar bij ruimteonderzoek, en dus ook bij de latere maatschappelijke toepassingen van ruimteonderzoek, is de afhankelijkheid van (nieuwe) instrumenten extreem hoog. Dat betekent dat de ontwikkeling van nieuwe wetenschappelijke inzichten en van nieuwe instrumenten vanaf het begin hand in hand gaan.

Om als land in dit spel van internationaal ruimteonderzoek mee te kunnen spelen moet Nederland dus:

- 1) al vooraf consortia hebben gebouwd;
- 2) waarin zowel wetenschappers als instrumentenbouwers actief zijn;
- 3) en die gezamenlijk toewerken naar een concreet product (een technologie of instrument)
- 4) waarbij deze producten
 - a) een kritische functie hebben in missies (of op een lager niveau in specifieke instrumenten) en/of
 - b) waar niet veel andere consortia over beschikken (dus onderscheidend zijn) en
- 5) de aard van de missies (bv. de specifieke payload) proactief proberen te sturen naar de bestaande Nederlandse behoeften en sterktes [in het ontwikkelen van deze specifiek producten].

Dat laatste kan door te lobbyen binnen de ESA en de EU, maar vooral door de zichtbaarheid van het nationale onderzoek cq. de nationale consortia te vergroten.

Wat betreft de doeltreffendheid van de combinatie KNW-IOP geldt dat de regelingen doelgericht zijn afgestemd op alle punten die hierboven benoemd staan.

In het bijzonder voor de samenwerking tussen wetenschappers en instrumentenbouwers geldt dat de twee regelingen de traditionele gevolgtijdelijke (en verkokerde) ontwikkeling van ruimteonderzoek en -instrumenten doorbreken, waarbij universiteiten zich richten op de lage TRL-niveaus (1~4), kennisinstelling de doorvertaling maken naar prototypes TRL 5~7) en bedrijven de technologie op de markt brengen (TRL 8~9). Kort door de bocht is in de traditionele arbeidsverdeling de deelname van universiteiten en kennisinstellingen aan consortia in sommige gevallen gericht op het veiligstellen van de volgende ronde financiering (door deelname aan het volgende project) dan op het bereiken van concrete resultaten (zoals de ontwikkeling van een instrument).

De vereisten van KNW/IOP forceren vanaf het begin een samenwerking tussen universiteiten, kennisinstellingen en bedrijven, vanuit een concrete vraag. Door de vroege betrokkenheid van bedrijven, en door het laten uitvoeren van behoeftestudies, krijgen de consortia bovendien beter zicht op de wensen/behoefte van toekomstige gebruikers,

en kunnen deze inzichten worden vertaald in specificaties voor een bepaald ruimte-instrument. Deze vraaggestuurde manier van werken zorgt er ook voor dat 'nieuwkomers' (academische groepen, bedrijven die niet gewend zijn in de ruimtevaart te opereren en zelfs eindgebruikers) het ruimtevaartdomein binnen worden geleid.⁵⁰ Deze vroegtijdige samenwerking draagt niet alleen bij aan meer kennisdeling maar zorgt er ook voor dat de middelen die worden geïnvesteerd in ruimteonderzoek (maatschappelijk gezien) beter worden benut.⁵¹ Andersom bevorderen KNW en IOP ontwikkelingswerk dat nog te ver van de markt staat om al door bedrijven gefinancierd te worden. Zonder de (langdurige) financiering vanuit de regelingen was dit werk waarschijnlijk niet van de grond gekomen. Het gezamenlijk bouwen aan langlopende onderzoekagenda's (in de doorlopende lijnen in KNW-IOP projecten) creëert ook vertrouwen en loyaliteit tussen de deelnemers. Een concreet resultaat daarvan is dat academische vakgroepen niet langer postdocs aannemen voor hun eigen onderzoek maar ten bate van het (KNW-)netwerk als geheel. Het bestendig bouwen aan de agendering verhoogt ook de kans voor toekomstige financiering uit andere bronnen, zoals internationale onderzoeksprogramma's.

Er zijn ook nog wel wat kritische noten te plaatsen bij de bijdrage van de regelingen aan het verbeteren van de samenwerking in het Nederlandse ruimteonderzoek.

Een eerste voor de hand liggende opmerking is dat de omvang van de regelingen beperkt is; het gaat hier om relatief kleinschalige instrumenten. De feitelijke impact op het Nederlandse ruimteonderzoek als geheel is daardoor ook beperkt, zelfs als de hefboomwerking van de regelingen (samenwerking leidt tot meer massa leidt tot meer financiering) in aanmerking wordt genomen.⁵² Het effect op het Nederlandse ruimteonderzoek had groter kunnen zijn bij een grotere omvang van de instrumenten. *Gegeven* de beperkte omvang zijn de regelingen echter buitengewoon doelmatig. De bescheiden omvang is echter wel een beperking voor de doeltreffendheid (maar niet voor de doelmatigheid) in de zin dat er daardoor weinig ruimte is om aan portfolio management te doen (zie ook hierna, einde §4.3).

Een tweede kritische opmerking betreft het eventuele gebrek aan openheid van de netwerken, wat vooral speelt in het IOP (de kennisnetwerken zijn per definitie open netwerken). Debet daarin is de focus op het bouwen van langdurige en bestendige samenwerkingsrelaties tussen deelnemers. Dit draagt zowel bij aan de doeltreffendheid als aan de doelmatigheid van de netwerken maar heeft als nadeel dat het relatief moeilijk is voor nieuwkomers om een substantiële rol in de bestaande netwerken te krijgen.⁵³ De vraaggestuurde wijze van werken stimuleert dus weliswaar de toetreding van nieuwe spelers uit de vraagzijde (zoals bedrijven en maatschappelijke actoren) maar aan de aanbodzijde (academische

⁵⁰ Zie hierna, voor een kritische kanttekening.

⁵¹ Welbeschouwd slaat dit laatste op doelmatigheid (met zo weinig mogelijk middelen zoveel mogelijk impact bereiken). Het bereiken van (beoogde) doelgroepen kan men echter beschouwen als een vorm van doeltreffendheid.

⁵² Van de totale reserveringen voor ruimtevaartbeleid (ruim 374 miljoen euro) gaat 329 miljoen euro naar internationale organisaties. Dat is een factor 40 hoger dan het totale budget van IOP en KNW (8,1 miljoen euro), zie Tabel 3.

⁵³ De redenatie is hier (voor IOP consortia) dat stabiele netwerken weinig verval kennen. Dat betekent per definitie dat er weinig ruimte is voor instroom van nieuwe deelnemers. Het vinden van een goede balans tussen openheid en bestendigheid is een belangrijke variabele in kennisecosystemen waar door de uitvoerder van de regeling (hier: NSO) gericht op gestuurd moet worden. Er zou, vanuit de vraagkant, voldoende ruimte moeten zijn voor de eerder genoemde 'nieuwkomers'. Tegelijkertijd zouden de 'lange en doorgaande onderzoekslijnen' in stand moeten worden gehouden.

onderzoeksgroepen en kennisinstellingen) zou de focus op bestendigheid wellicht incrowd (*usual suspects*) in de hand kunnen werken.

Het derde kritiekpunt dat door enkele respondenten wordt aangestipt is dat het opbouwen van kennisnetwerken lang kan duren. Het vinden en aannemen van postdocs kan bijvoorbeeld relatief veel tijd in beslag nemen. Echter is het ook logisch dat dit proces tijd in beslag neemt, aangezien een van de voornaamste doelen van de KNW-regeling ook is om de juiste samenwerkingspartners te vinden.

De vierde en laatste kritische observatie, die ook door meerdere respondenten naar voren is gebracht, ligt in het verlengde van deze kwestie. De kennisinstelling TNO had een comfortabele positie in het traditionele verkokerde model. Het had de facto een monopolie op de cruciale brugfunctie tussen wetenschap en markt. In het KNW/IOP-model is TNO zowel een samenwerkingspartner als een concurrent, zowel in termen van financiering (bijvoorbeeld bij ESA-projecten) als van kennis (bijvoorbeeld in de vorm van IPR).⁵⁴ Deze frictie treedt vooral op bij de doorontwikkeling van kennis die (deels) uit KNW en IOP-projecten is voortgekomen. Wat betreft het laatste punt kan worden gesteld dat het exclusief vercommercialiseren van kennis die met publieke middelen is ontwikkeld op termijn tot uitholling van het innovatiesysteem als geheel kan leiden als niet tenminste een deel van de marges terug naar de publieke sector zal stromen, ongeacht of dit door TNO (of een andere TO2-instelling) of door een bedrijf gebeurt.⁵⁵

4.2 Versterken Nederlandse positie ruimte-instrumenten

Om in de internationale competitie van missies en instrumenten mee te kunnen (blijven) doen moet Nederland, dat als relatief klein land niet in staat is om eigen missies te lanceren, op specifieke deelgebieden een dusdanig sterke positie hebben dat andere landen niet om Nederlandse partijen heen kunnen. Concreet gaat het dan bijvoorbeeld om uitnodigen door grote buitenlandse partijen om een instrument (mee) te gaan bouwen. Indirect betekent dit dat de kleinere spelers in de nationale netwerken (als toeleverancier) zo ook toegang krijgen tot grote internationale netwerken en consortia.

Een dergelijke uitzonderlijke specialisatie is vaak gebaseerd op de ontwikkeling (in eigen beheer) van bepaalde technologieën (zoals de fabricage van high-end lenzen) en/of instrumenten (zoals de complexe integratie van verschillende componenten). Door (concepten van) instrumenten op nationaal niveau te ontwikkelen en actief zichtbaarheid te geven worden ze als het ware in de etalage voor toekomstige internationale missies gezet.

De financiering vanuit IOP heeft bijvoorbeeld rechtstreeks bijgedragen aan het realiseren van SPEXone. Ook het positioneren van Nederland (in het bijzonder TNO) voor LISA is met het IOP ondersteund. Met beide instrumenten loopt Nederland net voor de internationale muziek uit. De kracht van de KNW-IOP combinatie is dat er op bestaande sterktes kan worden voortgebouwd. Het voordeel van de SPEXone-missie (die mede op basis van IOP tot

⁵⁴ Er zijn kennisinstellingen (zoals MARIN en Deltares) die er expliciet voor kiezen om hun IP niet af te schermen, juist omdat dit de deelname van bedrijven in pre-competitief onderzoek met de kennisinstelling moeilijker maakt. TNO (en ook NLR) kiezen er echter soms voor om hun IP door middel van patenten af te schermen zodat ze deze kennis zelf kunnen vermarkten. Een alternatief financieringsmodel zou zijn om, à la MARIN, onderzoek te financieren uit basisfinanciering vanuit het bedrijfsleven, bijvoorbeeld door middel van Joint Industry Projects. TNO neemt al wel deel aan JIP's maar zou deze deelname verder kunnen uitbouwen (dat wil zeggen, meer actief consortia van bedrijven voor pre-competitief onderzoek [uit]bouwen).

⁵⁵ Zie hiervoor onder andere Mazzucato (2018). *The Entrepreneurial State. Debunking Public vs Private Sector Myths*. Penguin Books.

stand is gekomen) is dat het vanwege zijn generieke aard kansen biedt voor (aërosol) metingen bij andere missies.

Bij sommige missies (bijvoorbeeld wetenschappelijke missies) geldt in het vervolgtraject – dus na de lancering – soms dat men alleen via het meegedaan hebben aan de payload (snelle) toegang krijgt tot de data en bepaalde kennis. Met andere woorden, het vermogen om eigen instrumenten te ontwikkelen – die dan als payload op missies meegaan – geeft Nederlandse partijen letterlijk een uitzichtpunt op meer kennis. KNW en IOP zijn specifiek gericht op het (laten) uitvoeren van vooronderzoek dat essentieel is voor een goede positionering voor deelname aan toekomstige missies. Dit geldt bijvoorbeeld voor de bijdrage van TNO aan de ontwikkeling van de LISA antenne (gepland voor een missie in 2034, dus over 13 jaar).

De bredere doorwerking van de KNW-IOP regelingen op het Nederlandse ruimteonderzoekssysteem is tweeledig. Ten eerste zorgen de heterogene netwerken en samenwerkingsverbanden voor een grotere voedingsbodem waarin meer (en meer verschillende partijen) nadenken over – en eventueel zelf ook bijdragen aan – de ontwikkeling van toekomstige ruimte-instrumenten. De structuur van de regelingen, en in het bijzonder de specifieke eisen die worden gesteld aan projecten, zorgen voor een sterkere sturing vanuit de vraagzijde en voor meer tweewegverkeer. Dit is in tegenstelling tot het traditionele sequentiële model waarin de ontwikkeling eerst upstream plaatsvindt en daarna pas downstream wordt toegepast. In het verlengde daarvan heeft de focus van de beide regelingen op (vroeg) betrokkenheid van bedrijven er verder toe geleid dat er meer momentum komt om de instrumenten door te ontwikkelen en daadwerkelijk te gaan bouwen. Het is bedrijven immers uiteindelijk te doen om het op de markt brengen van de instrumenten (of in ieder geval van de kennis en expertise om de technologie toe te kunnen passen dan wel om instrumenten te kunnen bouwen). Het bedrijfsmodel van cosine is er bijvoorbeeld op gericht om meerdere exemplaren van een instrument te kunnen verkopen. In de voorgaande paragraaf is reeds beschreven dat dit in het kader van de KNW-IOP projecten soms tot frictie kan leiden omdat in de netwerken partijen opereren die voor de (door)ontwikkeling van een bepaalde technologie elkaars concurrenten zijn.⁵⁶

4.3 Wetenschappelijke resultaten

Voor veel wetenschappelijke projecten geldt dat er enige tijd overheen gaat voordat een eenmaal gestart onderzoek resulteert in wetenschappelijke resultaten en publicaties. Het duurt eerst enige tijd voordat de eerste bruikbare meetresultaten beschikbaar zijn en daarna nog geruime tijd voordat deze resultaten in wetenschappelijke tijdschriften verschijnen. Voor de meeste wetenschappelijke disciplines geldt een gemiddelde *time lag* van drie jaar. Omdat het gros van de KNW- en IOP-projecten recent zijn gestart (zie Figuur 2) is de directe wetenschappelijke output op dit moment nog weinig zichtbaar. Overigens heeft wetenschappelijke output – in termen van publicaties – niet de hoogste prioriteit in de KNW en IOP-regelingen. Die richten zich, zoals hiervoor is beschreven, vooral op het opzetten van samenwerkingen om gezamenlijk toekomstige instrumenten te ontwikkelen en te gebruiken.

Specifiek voor ruimteonderzoek is de sterke afhankelijkheid van (nieuwe) instrumenten. Dit is in de voorgaande paragrafen reeds beschreven. Meetresultaten waarop nieuwe wetenschappelijke inzichten kunnen worden gebaseerd komen pas beschikbaar wanneer ruimte-instrumenten daadwerkelijk operationeel worden (en de data die ze genereren de aarde heeft

⁵⁶ Dat wil zeggen, de (niche)markt voor de ontwikkelde instrumenten is, althans in de perceptie van cosine, dusdanig klein dat er geen ruimte is voor meerdere leveranciers (het 'natural monopoly' argument).

bereikt – daar kan ook nog lange tijd overheen gaan). De weg van voorstudies voor instrumenten, proof of concepts, prototypes, selectie, bouw, lancering en operationeel gebruik is heel lang. Een periode van tien jaar of meer is geen uitzondering. Over dit voortraject (bijvoorbeeld over de ontwikkeling van het instrument zelf) is het relatief lastig om artikelen in toonaangevende journals gepubliceerd te krijgen. Dit geldt ceteris paribus voor marktverkenningen die de behoeften van toekomstige gebruikers in kaart brengen. De meeste output van projecten duikt dus op in de vorm van presentaties en workshops en soms in meer conceptuele en/of verkennende (working of white) papers of interne (project)rapporten.

Op termijn leggen de metingen die door de instrumenten worden gedaan die (mede) door de KNW-IOP regelingen zijn ontwikkeld, een brede basis voor wetenschappelijke publicaties. Hierdoor kunnen andere partijen – ook buitenlandse partijen – een sterke positie in de wetenschap verkrijgen.

Een terugkerende boodschap uit de interviews is dat de KNW- en IOP-projecten het fundament leggen zodat wetenschappers *in de toekomst* (radicaal) nieuwe inzichten kunnen bereiken. De potentiële impact van een generiek instrument zoals SPEXone kan zeer groot zijn. Er moet echter in extreme mate van tevoren worden geïnvesteerd – men moet veel geduld betrachten voordat de wetenschappelijke resultaten van de projecten (dat wil zeggen: van de ontwikkelde instrumenten) zichtbaar worden.⁵⁷

Dat betekent dat wetenschappers in het algemeen niet aan KNW- en IOP-projecten deelnemen om (veel) publicaties te gaan genereren – daar zijn andere programma's beter geschikt voor. Deze regelingen moeten volgens respondenten daarom ook niet worden afgerekend op (het geringe aantal) publicaties. Het doel van de kennisnetwerken is niet om papers te publiceren maar om de infrastructuur te leggen en de samenwerking te laten ontstaan om in de toekomst tot wetenschappelijke output te komen.⁵⁸ Met andere woorden, vanuit wetenschappelijk oogpunt is de essentie van KNW en IOP om in een vroeg stadium slimme ideeën te laten groeien, en om de voedingsbodem voor die groei te verbeteren.

Dit legt de focus op de trechterfunctie van de KNW-IOP combinatie. In KNW zou er voldoende ruimte moeten zijn om een veelheid aan (eerste) ideeën te onderzoeken. In de vervolprojecten onder IOP zou er al een eerste selectie van de meest haalbare ideeën (vanuit het perspectief van de vraagzijde) moeten worden gemaakt. De meerwaarde van de combinatie van de regelingen (en met name van het vroeg betrekken van de vraagzijde) is dat er al in een vroeg stadium wordt voorgesorteerd op ideeën waar uiteindelijk ook daadwerkelijk vraag naar is. Dat zijn volgens respondenten dus niet zondermeer de ideeën die vanuit wetenschappelijk oogpunt de meeste potentie hebben.

In het algemeen (dus breder dan de wetenschappelijke resultaten) kan hierbij de kritische kanttekening worden geplaatst in hoeverre de huidige programmering en financiering binnen de regelingen daadwerkelijk een dergelijke trechterfunctie heeft. Dat wil zeggen, in hoeverre heeft NSO cq. de overheid een concreet einddoel in gedachten? En als er daadwerkelijk een dergelijke trechtering cq. selectie op de variatie bestaat, in hoeverre kan dan worden gega-randeerd dat NSO op het juiste paard (instrument/missie) wedt? Hier wreekt zich de

⁵⁷ Het is een methodologische uitdaging om deze doorwerking zichtbaar te maken. De uitdaging schuilt in het traceren van de link met de oorspronkelijke ontwikkeling van het instrument. De Nederlandse bijdrage kan in een kritisch onderdeel van het instrument bestaan, of in het (mede) ontwikkelen van de onderliggende technologie. Het instrument zelf wordt niet altijd in latere papers vermeld, laat staan het onderdeel of de onderliggende technologie.

⁵⁸ Vergelijk het (veel grotere) Europese infrastructuurproject ESFRI (European strategy forum on research infrastructures), zie <https://www.esfri.eu/about>.

bescheiden omvang van de regelingen: omdat de omvang zo beperkt is kan er niet aan portfolio management worden gedaan, dat wil zeggen aan risicospreiding worden gedaan door op meerdere paarden te wedden. Dit maakt beide instrumenten ook kwetsbaar.

4.4 Toegevoegde economische en maatschappelijke waarde

De doeltreffendheid van de twee regelingen in economische termen kan twee kanten op werken: het brengt Nederlandse bedrijven binnen in de markt voor ruimte-instrumenten (of helpt hen hun positie te behouden), of het zorgt ervoor dat er nieuwe bedrijvigheid op termijn kan ontstaan (of bedrijvigheid blijft behouden) op basis van de *resultaten* van ruimteonderzoek. Voor wat betreft de KNW-regeling is dit effect wel een doel en zijn de eerste bevindingen positief, maar is het te vroeg om te kunnen concluderen of de regeling wat dit betreft aantoonbaar doeltreffend is; dat komt aan de ene kant doordat de meeste projecten nog lopen en aan de andere kant omdat onderzoek op lage TRL pas op veel langere termijn de beoogde effecten zou kunnen hebben. Ook voor het IOP is dit economisch effect een doel maar is het vooralsnog te vroeg om te kunnen concluderen of de regeling wat dit betreft aantoonbaar doeltreffend is. Wel heeft het IOP SPEXone project ervoor gezorgd dat Airbus een positie heeft verkregen op het gebied van aërosol-instrumenten, en zou cosine, bij een succesvol uSpec project, een positie kunnen verwerven op het gebied van on-board kalibratie van spectrometers.

Nederland heeft weliswaar geen heel grote lucht- en ruimtevaartbedrijven (hoewel de Nederlandse vestiging van Airbus, Airbus Defence and Space Netherlands, een aanzienlijke omvang heeft) maar beschikt weldegelijk over een aantal kleinere hoogwaardige bedrijven (zoals ISISPACE) die in staat zijn om een vooraanstaande rol te spelen in de internationale ruimtevaart. Andersom geeft dit het ruimteonderzoek als geheel (dus ook andere spelers uit de nationale netwerken) toegang tot internationale programma's en consortia.

Het strategische belang van deze *entry ticket* is groter dan het directe economische belang (=de optelsom van de toegevoegde waarde van alle individuele Nederlandse bedrijven). De meerjarige KNW- en IOP-programma's kunnen in bescheiden mate bijdragen aan een toegankelijker ruimtevaartmarkt voor Nederlandse bedrijven en/of een versterking van de positie van bedrijven in de niches waarin ze opereren. Als onderzoek vooral op wetenschappelijke toepassingen gericht is, is het voor kleine bedrijven vaak lastig toe te treden, ook omdat de ontwikkeling van instrumenten dan soms beperkt blijft tot de lagere TRL-niveaus (concepten en modellen, hooguit simulaties). Anderzijds behoeft deze (vermeende) effectiviteit wel enige nuancering. Een gespecialiseerd bedrijf zoals cosine had ook zonder de regelingen zijn huidige sterke positie binnen ESA-programma's waarschijnlijk wel kunnen behouden.⁵⁹

De effectiviteit van KNW op downstream lijkt minder groot.⁶⁰ Het gaat hier bijvoorbeeld om het (sneller) downstream kunnen exploiteren van resultaten van ruimteonderzoek (zoals metingen van ruimte-instrumenten) in producten en diensten. De onderliggende aanname is dat de netwerken er, bijvoorbeeld via gebruikersonderzoeken, voor zorgen dat er sneller de link wordt gelegd met toepassers in allerlei downstream domeinen. Op deze manier zouden sectoren in Nederland een voorsprong hebben ten opzichte van hun buitenlandse concurrenten. Er lijkt hier inderdaad veel potentie te zijn. Zo heeft Nederland dankzij zijn

⁵⁹ Het bedrijf cosine is overigens wel op weg geholpen in Hyperscout door andere ondersteuning van NSO (vanuit het ESA GSTP programma).

⁶⁰ In tegenstelling tot KNW is IOP niet gericht op downstream. Dat wil zeggen, er wordt wel onderzoek gefinancierd naar behoeftes voor vraagsturing, maar er worden geen projecten opgestart op het gebied van downstream).

sterke positie in aardobservatie een goede uitgangspositie om nieuwe bedrijvigheid op te bouwen rond toepassingen die op aardobservatie zijn gebaseerd (bijvoorbeeld op het terrein van het meten van luchtverontreinigingen; zoals de lokale effecten van aërosolen op gezondheid) of om te innoveren binnen bestaande economische sterktes (bijvoorbeeld satellietdata toepassen voor metingen en monitoring in natte waterbouw en watermanagement). In de praktijk valt er nog een wereld te winnen in de valorisatie van ruimteonderzoek in het algemeen en van metingen van ruimte-instrumenten in het bijzonder. Zo is er nog relatief weinig samenwerking met de Nederlandse geo-industrie.⁶¹ De behoeftestudies binnen IOP zijn ook voornamelijk gericht op het upstream ontwikkelen van ruimte-instrumenten (door specificaties meer vanuit de potentiële vraag te definiëren), maar minder op het downstream verkennen van nieuwe markten.⁶²

4.5 Samenvatting

De kern van de bijdrage van de KNW- en IOP-regelingen is dat Nederlandse partijen – in gezamenlijkheid – zijn voorbereid op missies die (mogelijk) gaan lopen en calls die (mogelijk) gaan worden uitgezet. De doeltreffendheid van de KNW en IOP-regelingen schuilt met name in het feit dat er eerst op nationaal niveau al consortia kunnen worden (uit)gebouwd. Nederlandse partijen kunnen daardoor sneller inspringen op mogelijkheden die zich internationaal voordoen. Doordat er gezamenlijk wordt opgetrokken wordt ook de zichtbaarheid van het Nederlandse ruimteonderzoek in internationale gremia vergroot.

Wat verder geldt voor ruimteonderzoek is de nauwe verwevenheid tussen wetenschap en instrumentenbouw. De vereisten van KNW/IOP forceren vanaf het begin een samenwerking tussen universiteiten, kennisinstellingen en bedrijven, vanuit een concrete vraag. Zo wordt de traditionele gevolgtijdelijke en verkokerde ontwikkeling van ruimteonderzoek en -instrumenten doorbroken. Deze vroegtijdige samenwerking draagt niet alleen bij aan meer kennisdeling maar zorgt er ook voor dat de middelen die worden geïnvesteerd in ruimteonderzoek maatschappelijk gezien beter worden benut. Andersom bevorderen KNW en IOP ontwikkelingswerk dat nog te ver van de markt staat om al door bedrijven gefinancierd te worden. Zonder de langdurige financiering vanuit de regelingen was dit werk waarschijnlijk niet van de grond gekomen.

Door de geringe omvang van de regelingen is de feitelijke impact op het Nederlandse ruimteonderzoek als geheel relatief beperkt. Gegeven de beperkte omvang zijn de regelingen echter buitengewoon doelmatig. De focus op het bouwen van langdurige en bestendige samenwerkingsrelaties draagt zowel bij aan de doeltreffendheid als aan de doelmatigheid van de netwerken maar heeft als nadeel dat het relatief moeilijk is voor nieuwkomers om een substantiële rol in de bestaande netwerken te krijgen. In latere fasen van KNW- en IOP-projecten kan soms frictie ontstaan tussen deelnemers omdat in de netwerken partijen opereren die voor de (door)ontwikkeling van een bepaalde technologie elkaars concurrenten zijn.

⁶¹ Bijvoorbeeld via gremia zoals Geo Business Nederland of Geonovum. Wat hier zou kunnen spelen is de traditionele kloof tussen bitmap (satelliet) en vector (GIS)-gebaseerde communities of practice. Grote leveranciers van GIS-applicaties (zoals ESRI) maken hun applicaties in toenemende mate geschikt om ook rechtstreeks met satellietdata te werken.

⁶² Hier kan tegen in worden gebracht dat dit buiten de scope van IOP valt. Dit is immers een instrumentontwikkelingsprogramma. Dat neemt niet weg dat er nu binnen KNW-projecten wetenschappers marktonderzoek uitvoeren. Voor zover dit onderzoek het vertalen van diffuse gebruikerseisen in specificaties voor onderzoek zijn past dit ook binnen de huidige scope van IOP/KNW. Het identificeren van potentiële gebruikers lijkt als taak echter meer geschikt voor bedrijven en/of brancheorganisaties.

Ten aanzien van de wetenschappelijke resultaten geldt dat de KNW- en IOP-projecten het fundament leggen zodat wetenschappers in de toekomst (radicaal) nieuwe inzichten kunnen bereiken. De essentie is om in een vroeg stadium slimme ideeën te laten groeien, en om de voedingsbodem voor die groei te verbeteren. De resultaten van de projecten (in de vorm van nieuwe instrumenten) worden pas vele jaren later bereikt. Dat betekent dat wetenschappers in het algemeen niet aan KNW- en IOP-projecten deelnemen om op korte termijn (veel) publicaties te gaan genereren. De meerwaarde van de combinatie van de regelingen is dat er al in een vroeg stadium wordt voorgesorteerd op ideeën waar uiteindelijk ook daadwerkelijk vraag naar is. De vraag is wel in hoeverre de huidige programmering en financiering binnen de regelingen daadwerkelijk een dergelijke trechterfunctie heeft. Hier wreekt zich de bescheiden omvang van de regelingen: omdat de omvang zo beperkt is kan er niet aan portfolio management (dat wil zeggen aan risicospreiding) worden gedaan. Dit maakt beide instrumenten ook kwetsbaar.

De doeltreffendheid van de regelingen in maatschappelijke termen is nauw verwant aan de economische doeltreffendheid maar de scope is aanzienlijk breder. Ruimteonderzoek is van oudsher gericht op toepassingen in het publieke domein (zoals bijvoorbeeld defensie en veiligheid). In het publieke domein lijkt er downstream nog veel potentie, bijvoorbeeld in meer controle op klimaatbeleid, meer zicht op illegaal landgebruik, meer inzicht in illegale lozingen, meer inzicht in bedreigingen voor de volksgezondheid maar ook in waterbeheer.

De toegevoegde waarde van de KNW/IOP-regelingen, die immers vooral zijn gericht op het verbeteren van de samenwerking, lijkt hierdoor kleiner dan in het private domein. De meerjarige KNW- en IOP-programma's kunnen in beperkte mate bijdragen aan een toegankelijker ruimtevaartmarkt voor Nederlandse bedrijven en/of een versterking van de positie van bedrijven in de niches waarin ze opereren. Deze samenwerking is grotendeels beperkt tot het versterken van de relaties tussen wetenschappers en instrumentenbouwers.

5 Uitvoeringsaspecten

In dit hoofdstuk komt de eenduidigheid, transparantie en bekendheid van de regelingen aan bod. Daarnaast wordt de doelmatigheid en effectiviteit van de uitvoering besproken.

5.1 Eenduidigheid, transparantie en bekendheid

Wat betreft eenduidigheid, transparantie en bekendheid komt naar voren uit de gesprekken dat de KNW-regeling herkenbaarder is als regeling en dat het IOP minder bekend is als regeling. In 2018 waren de toenmalige PIPP-regeling en het Instrumentencluster nog niet bekend bij alle ruimtevaartbedrijven in Nederland.⁶ De IOP als subsidieregeling wordt minder extern gecommuniceerd en lijkt niet algemeen bekend. Dat komt onder andere omdat NSO niet werkt met bijvoorbeeld (open) Calls. NSO geeft zelf ook weinig ruchtbaarheid aan het IOP.⁶³ Er wordt bij bepaalde IOP-projecten genoemd dat het niet helemaal duidelijk was hoe het project in de regeling past. Deelnemers van IOP-projecten geven wel aan dat zij van NSO duidelijke richtlijnen en specificaties ontvangen voor de projecten. De KNW-regeling kent als formeel NWO-programma in tegenstelling tot het IOP een publiek toegankelijke webpagina en calls voor proposals.

5.2 Doelmatigheid en effectiviteit van de uitvoering

De deelnemers van de projecten geven aan dat zij de aanvragen voor projecten niet als administratieve last hebben ervaren. De aanvragen voor de KNW-regeling namen niet meer tijd in beslag dan andere aanvragen voor onderzoeksfinanciering. Het zoeken van samenwerkingspartners voor de kennisnetwerken wordt wel als lastig en tijdrovend ervaren, maar respondenten geven aan dat dit logisch is en ook juist het doel van de regeling. Bij een aantal deelnemers van IOP-projecten wordt het ook als positief ervaren dat de aanvraag beperkte documentatie vergde.

Met de KNW-regeling kunnen bedrijven of andere organisaties als KNMI en TNO worden betaald onder de noemer materiële kosten – werk voor derden.⁶⁴ Dit kan voor maximaal 30% van het totale budget, waar dit bij andere NWO-regelingen tot maximaal 15.000 euro kan. Ook in gesprekken met respondenten wordt de mogelijkheid om bedrijven te betalen uit de regeling als positief punt benoemd en wordt aangegeven dat de KNW-regeling één van de weinige regelingen is met financiering voor zowel bedrijven als kennisinstellingen. Ook wordt genoemd dat er in een kennisnetwerk bijvoorbeeld postdocs bij één van de organisaties kunnen worden aangesteld, waarbij de postdocs voor het netwerk werken en niet voor een individuele partner. Sommige respondenten geven aan dat het minder makkelijk is om partners die zich voornamelijk richten op toegepast onderzoek (zoals TO2-instituten) te kunnen laten participeren, omdat zij het beeld hebben dat de financiering voornamelijk voor

⁶³ In het Instrumenten – werkplan 2017-2019 (NSO, 2019, versie 2.1, p. 6) spreekt NSO zelf bijvoorbeeld over 'IC-budget' en niet over IOP.

⁶⁴ In de KNW-call van 2019 staat hierover het volgende: "Gezien de aard van de Kennisnetwerkenregeling, die beoogt de samenwerking tussen Nederlandse kennispartijen met (niet-wetenschappelijke) partijen/bedrijven te versterken, kan een uitzondering worden gemaakt voor de post werk door derden (bijv. ingekochte kennis). Maximaal 30% van het totaal aangevraagde bedrag kan, mits goed gemotiveerd in de aanvraag, worden besteed aan deze post." In de KNW-call van 2017 was dit nog 50%: "Materiële kosten, inclusief apparatuur, laboratoriumkosten en ingekochte kennis, kunnen tot maximaal 50% van het aangevraagde bedrag onderdeel uitmaken van de aanvraag."

de wetenschappelijke partijen is bedoeld. Het lijkt erop dat een aantal deelnemers geen gebruik heeft gemaakt van de mogelijkheid om bedrijven of andere partijen te betalen onder de noemer materiële kosten – werk door derden.

Tijdens de uitvoering van de projecten vallen de administratieve lasten ook mee, zo blijkt uit de gesprekken. De begeleiding tijdens de projecten is goed en deelnemers vinden de samenwerking met NSO prettig. Er wordt vanuit NSO constructief meegedacht, feedback gegeven en vragen gesteld. Projectdeelnemers worden vaak gekoppeld aan een individuele medewerker van NSO, waardoor er persoonlijk contact is. Het wordt gewaardeerd dat NSO als subsidieverstrekker ook inhoudelijk zeer betrokken is.

Tabel 7 geeft een overzicht van de gemaakte uren en de bijbehorende kosten voor de uitvoering van de regelingen KNW en IOP door NSO. Deze kosten zijn deels bij OCW en deels bij NWO in rekening gebracht. Voor de KNW-regeling zijn de uitvoeringskosten rond de 50k euro per jaar (in totaal 250k euro over de afgelopen 5 jaar). Bij het IOP liggen de gemaakte uren en bijbehorende kosten hoger en worden er sinds 2018 meer dan 100k euro aan uitvoeringskosten per jaar gemaakt. Dit verschil kan deels worden verklaard door de besteedde tijd aan het overleg van het IC. Er is geen onderscheid gemaakt tussen de uren die in dit overleg zijn gemaakt en de gemaakte uren voor het uitvoeren van de regeling.

Tabel 7: Overzicht gemaakte uren en bijbehorende kosten uitvoering regelingen KNW en IOP door NSO

Regeling	Jaar**	Uren	Kosten* (in €)
KNW	2016	486	49.718
	2017	533	55.323
	2018	434	49.166
	2019	393	43.115
	2020	439	52.057
	Totaal	2.285	249.379
IOP	2017	807	91.041
	2018	982	121.605
	2019	918	118.666
	2020	1073	147.490
	Totaal	3.780	478.802

* Deze kosten zijn deels bij OCW en deels bij NWO in rekening gebracht.

** De gegevens voor 2020 zijn voorlopig.

De KNW-regeling is dus herkenbaarder voor deelnemers dan het IOP, ook omdat het IOP als subsidieregeling minder naar buiten toe wordt gecommuniceerd. De administratieve lasten voor deelnemers van projecten worden niet als hoog ervaren en een uniek punt aan de KNW-regeling is dat ook bedrijven financiering kunnen ontvangen. Het IOP heeft hogere kosten in de uitvoering door NSO, omdat hierin ook de overleggen van het IC zijn meegenomen in de urenadministratie.

6 Mogelijke verbeterpunten

Op basis van de uitgevoerde evaluatie van de IOP- en KNW-regeling geven we de volgende mogelijke verbeterpunten die de doeltreffendheid en doelmatigheid van de beide regelingen – ook in combinatie – kunnen verbeteren ter overweging mee.⁶⁵

Vergroot de transparantie van de IOP-regeling en hoe het zich verhoudt tot het Instrumentencluster. In de eerste plaats is het belangrijk dat de IOP-regeling transparanter wordt. Voor veel spelers die actief zijn binnen het domein is niet evident wat het onderscheid is tussen het Instrumentencluster en het IOP en ook de bekendheid van de regeling is onvoldoende. Dit is een potentieel gevaar omdat daarmee terecht of onterecht het idee van een ongelijk speelveld en een incrowd kan ontstaan, dat moet vermeden worden. Houd de regeling toegankelijk voor mogelijk nieuwe toetreders en garandeer een level playing field. Verduidelijk in dit verband ook de positie van de toegepaste kennisinstellingen. Voorkomen moet worden dat zij dit soort regelingen gebruiken om hun basis kennis- en productiecapaciteit in stand te houden ten koste van potentiële samenwerkingspartners.

Vul als NSO naast de rol van subsidieverstrekker ook de rol van opdrachtgever in bij de IOP-projecten. NSO kan een meer actieve rol aannemen als het gaat om het zorgdragen dat de IOP-projecten ook daadwerkelijk hun doelen realiseren (wat tot op zekere hoogte al wordt gedaan). Hiermee wordt gestimuleerd dat bepaalde kennispartijen meer gericht zijn op het behalen van de resultaten en minder op het binnenhalen van de volgende subsidie, zoals beschreven in paragraaf 4.1.

Hanteer zo mogelijk een meer trechter-achtige opzet binnen de IOP-regeling en in combinatie met de KNW-regeling en introduceer een vorm van portfolio management. De opzet en samenhang van beide regelingen individueel (en de projecten en netwerken die ermee gestimuleerd worden) en in samenhang kan verbeterd worden. Het betreft dan primair de IOP-projecten. Het verschil in inhoud en omvang tussen enerzijds de prioriteitsprojecten SPEXone en LISA, die bijdragen aan grote ruimtemissies, en anderzijds de kleinschalige behoeftestudies, is erg groot en maakt de regeling onevenwichtig. Toch wordt een combinatie van grote prioriteitsprojecten en meer risicovolle, explorerende en/of experimenterende projecten van groot belang geacht. Kleinere projecten dienen de ruimte te krijgen om zich in alle vrijheid te ontwikkelen en mogelijk op langere termijn bij te dragen aan de grotere prioriteitsprojecten. Een dergelijke aanpak vraagt om een opzet waarbij meer dan nu het geval is een trechter- in combinatie met een portfolio-benadering wordt gehanteerd. Hierbij wordt er gewerkt met een brede verzameling van kleinschalige en/of risicovolle projecten aan het begin die na selectie langzaam toewerken naar grotere prioriteitsprojecten. De SBIR-regeling hanteert een dergelijke opzet en wordt daardoor tevens meer open gevonden. NSO heeft de unieke positie om het portfolio te balanceren en kan een rol spelen bij het beoordelen en sturen van alle mogelijke opties en voorstellen. KNW en IOP zouden dan deel uit kunnen maken van een en dezelfde trechter. Een andere mogelijkheid is de prioriteitsprojecten te financieren uit een apart budget. Vraag is of dit het probleem van de onevenwichtigheid in schaal van projecten binnen een en hetzelfde project oplost omdat dan feitelijk per groot prioriteitsproject een apart regime moet worden geïntroduceerd.

Maak IOP en KNW onderdeel van een breder Nationaal ruimtevaartprogramma met duidelijke prioriteiten. Het verdient naar onze mening aanbeveling beide instrumenten (en uiteindelijk de projectvoorstellen daarbinnen) nadrukkelijker te positioneren als twee

⁶⁵ Een deel van de suggesties is aan de orde gekomen in de validatiesessie aan het einde van de evaluatie.

bouwstenen in de overall policymix gericht op ruimtevaart en ruimteonderzoek. Dat veronderstelt ook een breder Nationaal ruimtevaartprogramma met duidelijke prioriteiten wat naar onze mening nog te veel ontbreekt. Een relevante vraag bij alle projectvoorstellen moet dan zijn of de projecten aantoonbaar bijdragen aan het realiseren van die nationale strategie. Dit veronderstelt dat duidelijk is voor het hele veld wat die nationale strategie inhoudt en dat dat ook expliciet door NSO wordt gecommuniceerd. De vraagsturing bij de KNW-regeling wordt op prijs gesteld door de projectdeelnemers. Het is bij de calls duidelijk welke soorten thema's, projecten en samenwerkingen worden verwacht van indieners. Hierbij wordt de vergelijking gemaakt met tenders van ESA, waar partijen met kennis en expertise meer kans krijgen om mee te doen door de sturing. Echter wordt er benoemd dat er bij het IOP nog meer gestuurd zou kunnen worden op bepaalde typen instrumenten vanuit NSO.

Bedenk hoe de gecreëerde kennisnetwerken na afloop van hun financiering eventueel kunnen worden gecontinueerd. Uit de gesprekken met het veld is gebleken dat er behoefte is aan een visie vanuit NSO over hoe kennisnetwerken ook na afloop van de financiering kunnen worden gecontinueerd. Er moet worden nagedacht over het vervolg na de huidige maximale projectduur van vijf jaar (hierbij kan NSO ook het netwerk zelf bevragen over de visie van het netwerk op het vervolg). Na het opzetten van de kennisnetwerken, is het van belang om deze expertisegroepen in stand te houden zodat er ook in de toekomst ingespeeld kan worden op kansen binnen het inhoudelijke domein van deze netwerken.

Overweeg beide regelingen op te schalen en de hefboomwerking richting internationale programma's beter te benutten. De KNW-regeling en het IOP zijn unieke regelingen waarmee samenwerkingen tussen bedrijven en kennisinstellingen kunnen worden opgebouwd die typisch nodig zijn in ESA-trajecten. Zoals beschreven in paragraaf 4.1, is de omvang van de regelingen beperkt en gaat het om relatief bescheiden instrumenten. De impact op het Nederlandse ruimteonderzoek als geheel is daardoor ook beperkt, zelfs als de hefboomwerking van de regelingen in aanmerking wordt genomen. Van de totale reserveringen voor ruimtevaartbeleid (ruim 374 miljoen euro) gaat 329 miljoen euro naar internationale organisaties, een factor 40 hoger dan het totale budget van IOP en KNW (8,1 miljoen euro), zie Tabel 3. Ook vergeleken met vergelijkbare buitenlandse instrumenten (bijvoorbeeld in Frankrijk en Duitsland) is het budget beperkt. Met het opschalen van de regelingen (met behoud van sturing vanuit NSO), zou de Nederlandse positie op het gebied van ruimte-instrumenten verder kunnen worden versterkt.

Al met al zijn beide regelingen van belang en overwegend doeltreffend en doelmatig en spelen ze ondanks hun bescheiden omvang een belangrijke rol in de ruimtevaart beleidsmix. Het doorvoeren van de genoemde verbeterpunten kan de doeltreffendheid en het draagvlak voor de regelingen en daarmee de betekenis voor het Nederlandse ruimtevaart onderzoeks- en innovatie ecosysteem vergroten.

Bijlage 1. Onderzoeksvragen

Beoordeling van de relevantie

1. In welke mate bevorderen beide programma's de samenwerking tussen wetenschappelijke en andere partijen (bedrijven, overheid, gebruikers)?
2. In welke mate dragen beide programma's daardoor bij aan het behoud en verder versterken van de Nederlandse positie op het gebied van de ontwikkeling en het gebruik van ruimte-instrumenten?
3. In welke mate voorzien de beide programma's in een behoefte vanuit het beleid/overheid en de ruimtevaartsector/doelgroep?
4. In welke mate passen de beide programma's bij de beoogde doelgroepen?
5. Wat is het oordeel over de toegevoegde waarde van beide programma's binnen het ruimtevaartbeleid (complementariteit en/of overlap met andere programma's)?
6. In welke mate dragen beide programma's bij aan de benutting van ruimtevaart voor wetenschap, maatschappij en economie?

Beoordeling van de – wetenschappelijke – resultaten

7. Wat is de voortgang en wat zijn de tot nu toe behaalde resultaten van de KNW en IOP-projecten?
8. In welke mate voldoen de resultaten aan de doelstellingen van beide programma's?
9. In welke mate voldoen de resultaten – naar verwachting – aan de doelen van de projecten?
10. Wat is het oordeel over de – wetenschappelijke – kwaliteit van de resultaten? (voor zover dit in dit stadium al is te beoordelen)
11. Wat is het oordeel over de relevantie/effecten van de resultaten op wetenschap, maatschappij en/of economie?

Beoordeling van de uitvoeringsaspecten

12. In welke mate is de uitvoering eenduidig, transparant en bekend?
13. In welke mate is de uitvoering efficiënt en effectief (afgezet tegen de inzet van capaciteit en middelen)?
14. In welke mate is de uitvoering doelmatig (gezien vanuit het beleid)?
15. Valt de uitvoering te verbeteren en zo ja, op welke punten?

Bijlage 2. Overzicht interviewrespondenten

Naam	Organisatie
Chris Verhoeven	TUD
Paco Lopez-Dekker	TUD
Michiel Rodenhuis	NOVA
Susan Steele-Dunne	TUD
Sander Houweling	VU
Aaldert van Amerongen	SRON
Oana van der Togt	TNO
Martin Siegl	TNO
Marco Beijersbergen	cosine
Johannes Flacke	ITC/UTwente-PGM
Chris Bremmer	Deltares

Bijlage 3. Interviewprotocol

Inleiding

1. Kunt u zichzelf kort introduceren en aangeven hoe u betrokken bent bij het KNW/IOP programma?

Beoordeling van de relevantie

1. In welke mate bevordert het KNW/IOP programma de samenwerking tussen wetenschappelijke en andere partijen (bedrijven, overheid, gebruikers)?
2. In hoeverre draagt het KNW/IOP programma daardoor in uw ogen bij aan het behoud en verder versterken van de Nederlandse positie op het gebied van de ontwikkeling en het gebruik van ruimte-instrumenten?
3. Is er vanuit de ruimtevaartsector/overheid behoefte aan deze regelingen?
4. In welke mate sluit het KNW/IOP programma bij de beoogde doelgroepen?
5. Wat is de toegevoegde waarde van het KNW/IOP programma binnen het nationale en internationale ruimtevaartbeleid (complementariteit en/of overlap met andere programma's, bv. ESA)?
6. In hoeverre draagt het KNW/IOP programma bij aan de benutting van ruimtevaart voor wetenschap, maatschappij en economie?

Beoordeling van de wetenschappelijke output

7. Wat is de voortgang en wat zijn de tot nu toe behaalde resultaten van uw KNW/IOP-project(en)?
8. In welke mate voldoen de resultaten aan de doelstellingen van het KNW/IOP programma (het versterken van de positie van Nederland d.m.v. betere samenwerking tussen kennispartijen, bedrijven en andere organisaties)?
9. In welke mate voldoen de resultaten – naar verwachting – aan de doelen van de KNW/IOP-projecten?
10. Wat is het oordeel over de – wetenschappelijke – kwaliteit van de resultaten? (voor zover dit in dit stadium al te beoordelen is)
11. Wat zijn de effecten van de resultaten op wetenschap, maatschappij en/of economie?

Beoordeling van de uitvoeringsaspecten

12. In welke mate is de uitvoering eenduidig, transparant en bekend? Zijn de criteria duidelijk en hoeveel tijd neemt de aanvraag van een project in beslag?
13. In hoeverre is de uitvoering efficiënt en effectief (afgezet tegen de inzet van capaciteit en middelen)?
14. Valt de uitvoering te verbeteren en zo ja, op welke punten?

Afsluiting

15. Heeft u nog overige opmerkingen over het KNW-/IOP-programma?

Bijlage 4. Overige tabellen en figuren

KNW	Partijen
KNW 1	ASTRON, JIVE, NLR, RU-Astro, RUG-ENTEG, SRON, TNO, Tu/e-EE, TUD-EWI, TUD-LR, Airbus DS NL, ElpaNav, Fleet Space Tech, GTM, Hyperion, ISIS, NEVASCO, S[&]T, VSL
KNW 2	Deltares, NLR, TNO, TUD-3ME, TUD-CITG-GRS, TUD-EWI, Airbus DS NL, FutureWater, GeoCycli, Hermess, ISIS, LioniX, MetaSensing, OrbitalEye, S[&]T, Satelligence, SkyGeo, SwartVast, VanderSat
KNW 3	NOVA, RUG-DPTA, RUG-ZIAM, SRON, TUD-LR, UL-STRW, Airbus DS NL, cCosine, LioniX, S[&]T, Stellar Space Industries
KNW 4	NLeSC, NLR, TUD-CITG-GRS, TUD-CITG-WM, UT-ITC, WUR-AS, WUR-GRS, WUR-PPS, EarthExplorer, NEO, SARVision, SwartVast, VanderSat, ZLTO
KNW 5	KNMI, RIVM, SRON, TNO, TUD-CITG-GRS, UU-IMAU, VU-ES, WUR-MAQ, Airbus DS NL, AiREAS, DCMR, De Waag, EUR-IHS, Hermess, Longfonds, S[&]T



Contact:

Dialogic innovatie & interactie
Hooghiemstraplein 33
3514 AX Utrecht
Tel. +31 (0)30 215 05 80
www.dialogic.nl

