



Brede verkenning toegevoegde waarde ruimtevaart voor Nederland

In opdracht van:

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Project:

2020.040

Publicatienummer:

2020.040-2022

Datum:

Utrecht, 15 oktober 2020

Auteurs:

Dr. Pim den Hertog
Drs. Robbin te Velde
Dr. Max Kemman
Ir. Arthur Vankan
Rosa Kuipers MSc.
Adriaan Smeitink MSc.



De werkzaamheden voor deze evaluatie vonden plaats in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Graag bedanken wij hier onze interviewpartners en deelnemers aan workshops voor hun tijd en openheid alsook de organisaties die de moeite hebben genomen om de online enquête in te vullen. Ook zijn wij dank verschuldigd aan NSO en in het bijzonder Radboud Koop voor het delen van kennis en praktische ondersteuning. Verder willen we de leden van de begeleidingscommissie (zie Bijlage 8) danken voor hun tijd, constructieve suggesties en commentaren op een tussenversies van dit rapport. Tot slot willen we Eelco van der Eijk (EZK) en Joost van Uum (NSO) danken voor de prettige samenwerking en coördinatie van deze studie

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	5
1 Inleiding	9
1.1 De afhankelijkheid van ruimtevaart.....	9
1.2 Aanleiding, hoofdvragen en doelen onderzoek	10
1.3 Verschillende perspectieven op ruimtevaart- en ruimtevaartbeleid	10
1.4 Onderzoeksaanpak.....	12
1.5 Leeswijzer	13
2 Economische betekenis ruimtevaart in Nederland	15
2.1 Eerdere schattingen van de economische waarde ruimtevaart	15
2.2 Afbakening ruimtevaartsector.....	16
2.3 Economische betekenis.....	19
2.4 De ruimtevaartsector als onderzoeks- en innovatie-ecosysteem met wetenschappelijk fundament.....	27
2.5 Gepercipieerde kansen, bedreigingen en knelpunten in de economische doorontwikkeling van de ruimtevaartsector.....	28
3 Maatschappelijke betekenis ruimtevaarttoepassingen	31
3.1 Vier wegen waarlangs ruimtevaart maatschappelijke meerwaarde genereert...	31
3.2 Meerwaarde van ruimtevaarttechnologie in zes domeinen	34
3.3 Kritische succesfactoren voor het realiseren en opschalen van ruimtevaarttoepassingen	41
4 Conclusies en aanbevelingen	47
4.1 Conclusies	47
4.2 Aanbevelingen om benutting ruimtevaartpotentieel te verbeteren.....	48
Bijlage 1. Discussie afbakening ruimtevaartsector.....	53
Bijlage 2. Bepaling economische impact ruimtevaartsector	55
Bijlage 3. Lijst ruimtevaartbedrijven.....	63
Bijlage 4. Survey ruimtevaartsector.....	67
Bijlage 5. Uitkomsten survey ruimtevaartsector	77
Bijlage 6. Overzicht interviewpartners en deelnemers workshops	93
Bijlage 7. Onderlegger workshops maatschappelijke impact ruimtevaartsector in Nederland.....	95
Bijlage 8. Leden begeleidingscommissie	99

Managementsamenvatting

Inleiding: ruimtevaart is alomtegenwoordig

Ongemerkt vertrouwen we als samenleving steeds meer op ruimtevaarttechnologie en toepassingen die daarmee gerealiseerd worden. De afhankelijkheid van bijvoorbeeld satellietcommunicatie, satellietnavigatie en aardobservatie is inmiddels immens. Satellietcommunicatie is essentieel op plekken op aarde waar aardse netwerken ontbreken. Satellietnavigatie is inmiddels onderdeel van veel consumentenelektronica en ook tal van professionele toepassingen waar plaats en tijd ertoe doen. Aardobservatie laat inmiddels een breed scala aan toepassingen zien. Denk daarbij bijvoorbeeld aan preciselandbouw, defensietoepassingen, opsporing van milieucriminaliteit en controle op naleving van internationale akkoorden zoals het klimaatakkoord van Parijs. Ook inzicht in verspreiding van ziekten (tele-epidemiologie), vernatting en verdroging of het monitoren van verzakking van infrastructuur en bebouwing zijn relevante toepassingen. Ook de kwaliteit van een vanzelfsprekende dienst als de weersvoorspelling neemt nog steeds toe door steeds intensiever toepassing van satellieten.

Hoofdvragen verkenning

In de periode april-juli 2020 is in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat door onderzoeksbureau Dialogic een brede verkenning uitgevoerd naar de toegevoegde waarde van ruimtevaarttechnologie binnen de departementen en hun "gelieerde sectoren". Aanleiding daartoe was de motie Amhaouch c.s. in de Tweede Kamer uit oktober 2019 waarin de regering om een dergelijke verkenning is verzocht. Voor deze verkenning zijn twee hoofdvragen geformuleerd, te weten: 1) Wat zijn de 'enge' economische baten van de ruimtevaartsector in Nederland ten opzichte van 2014?; 2) Wat is de toegevoegde waarde – nu en in de nabije toekomst – van ruimtevaarttechnologie voor de verschillende departementen en daaraan gelieerde sectoren en hoe zou de rijksoverheid eventuele onbenutte potenties kunnen benutten?

Onderzoeksaanpak

Om deze vragen te beantwoorden is een survey uitgevoerd onder ruimtevaartbedrijven. Ook is de economische betekenis van de ruimtevaartsector in enge zin (opnieuw) vastgesteld door gebruikmaking van zogenaamde CBS-microdata en een input/output analyse. Daarnaast zijn een literatuurstudie, interviews en acht workshops uitgevoerd om meer inzicht te verkrijgen in het potentieel van ruimtevaarttoepassingen in zes domeinen, te weten: landbouw & voedsel; water & infrastructuur; defensie & veiligheid; milieu, klimaat & duurzaamheid; transport & logistiek; en volksgezondheid & welzijn.

Afbakening ruimtevaartsector

De afbakening van de ruimtevaartsector is daarbij niet triviaal. De ruimtevaartsector in enge zin is zeer divers en loopt uiteen van de ontwikkeling en lancering van raketten, satellieten en ruimtestations en alle daarvoor benodigde toeleveringen (de zogenaamde upstream) tot de bewerking van ruwe data uit de ruimte door grondstations en het verwerken van deze data in bruikbare/interpreteerbare informatie (de zogenaamde downstream). In deze studie is het economische belang van alleen de upstream en downstream bepaald. Idealiter zouden ook een extra 'schil' van 'space-enabled' diensten en toepassingen in beeld zijn gebracht. Denk daarbij bijvoorbeeld aan navigatiediensten, satelliettelevisie (incl. installatie en aanschaf apparatuur), preciselandbouw, financiële dienstverlening (die de timingscomponent van PNT-diensten als GPS gebruikt). In tal van domeinen zijn toepassingen te vinden met een grotere of kleinere ruimtevaartcomponent en dus afhankelijkheid van ruimtevaart. Deze

schil van 'space-enabled' diensten en toepassingen is momenteel nog niet te kwantificeren. Wel kunnen we vaststellen dat deze afhankelijkheid en daarmee het economisch belang van ruimtevaart in brede zin sneller toeneemt dan de economische betekenis van de ruimtevaart gedefinieerd als smalle economische sector in zichzelf.

Overall conclusies

Op basis van uitgevoerde verkenning komen we tot de volgende conclusies:

- a) De ruimtevaartsector in enge zin is in Nederland in 2018 afgerond naar schatting goed voor circa 10.500 FTE, € 1,9 miljard productiewaarde, en € 1 miljard toegevoegde waarde. Dit betreft de optelsom van de directe en indirecte (via toelieferingen en via bestedingen buitenlandse werknemers en meerdaags bezoek uit het buitenland) economische betekenis. Naast de aan de ruimtevaartsector toe te rekenen FTE en bedragen in bedrijven zijn ook ruimtevaartactiviteiten van universitaire onderzoeksgroepen, van TNO, NLR, SRON, ASTRON en KNMI alsook ESTEC in deze schattingen meegenomen.
- b) De cijfers zijn aanzienlijk hoger dan de schatting over 2014. Enerzijds observeren we simpelweg een economische groei van de ruimtevaartsector. Anderzijds hebben we door een meer verfijnde onderzoeksmethodiek een vollediger en accurater beeld van de ruimtevaartsector gekregen. We hebben meer ruimtevaartorganisaties in beeld en hebben accuratere cijfers voor de economische kengetallen. Hanteren we exact dezelfde methode die voor 2018 is gebruikt ook voor 2014 dan zien we dat de ruimtevaartbedrijven die in beide jaren bestonden een flinke groei hebben doorgemaakt (400 FTE en € 70 miljoen productiewaarde).
- c) De ruimtevaart is in belangrijke mate science-based. Het belang van een goed wetenschappelijk fundament en voldoende kennisuitwisseling en samenwerking bij innovaties tussen bedrijven en kennisinstellingen blijkt ook uit de uitgevoerde survey.
- d) Uit de survey komt als meest ervaren knelpunt in de doorontwikkeling van de sector naar voren de gepercipieerde onvoldoende ondersteuning vanuit de overheid. Dit kan zowel betrekking hebben op beleid als op financiële middelen. Daarnaast wordt het gebrek aan mogelijkheden om mee te doen in (inter-)nationale programma's relatief vaak genoemd. Een derde van de bedrijven ervaart de beschikbaarheid van gekwalificeerd personeel als een knelpunt.
- e) Er zijn vier wegen waarlangs de ruimtevaart ruimere maatschappelijke meerwaarde genereert: 1) via de directe spin-off van ruimtevaarttechnologie waarbij technologieën, materialen en producten die ontwikkeld zijn om te functioneren onder extreme omstandigheden in de ruimte doorsijpelen naar allerlei technologieën en toepassingen op aarde; 2) via PNT-diensten. Dit zijn zogenaamde plaatsbepaling, navigatie en tijdsbepalingsdiensten (beter bekend als satellietnavigatie of als GPS). Dit vormt in essentie een nutsvoorziening die hele sectoren faciliteert door de systeemsynchronisatie die ze mogelijk maakt; 3) via satellietcommunicatie en satelliet TV; 4) via aardobservatie middels satellieten en de satellietdata die dit genereert. Deze categorie toepassingen krijgt in tal van domeinen een steeds grotere betekenis (zie overzichtsschema hieronder).
- f) Van de zes domeinen waarin we gekeken hebben naar toepassingen van ruimtevaart zijn die in het domein van landbouw & voedsel, water & infrastructuur en deels op het terrein van defensie & veiligheid het verst voortgeschreden. Van de overige drie domeinen lijkt vooral volksgezondheid en welzijn achter te blijven als het gaat om benutting van ruimtevaart. Voor een overzicht van toepassingen in deze domeinen en de belangrijkste trends daarin is onderstaande gestileerde overzichtsschema opgenomen. Een generieke trend is dat data aan de grond, satellietdata en modellen vaker worden gecombineerd.

	Domein	Maatschappelijke uitdagingen	Voorbeelden van (mogelijke) toepassingen	Trends in toepassingen
	Landbouw & Voedsel	Duurzaamheid, voedselveiligheid, voedselzekerheid	<ul style="list-style-type: none"> • Precisielandbouw • Controles t.b.v. landbouwsubsidies en duurzame productie • Identificeren en monitoren landschapselementen • Begeleiding teelten, inzicht in schades en toezicht duurzame productie 	Van controleren en monitoren naar voorspellen en waarschuwen. Meer aandacht voor complete wereldwijde voedselketen. Inzet AI.
	Water & Infrastructuur	Veiligheid, duurzaamheid en klimaatbestendigheid stedelijk en landelijk gebied	<ul style="list-style-type: none"> • In kaart brengen/monitoren waterkwantiteit, -kwaliteit en -veiligheid • In kaart brengen verzakking infrastructuur bv. dijken, gasleidingen (van belang voor aanleg, onderhoud en (preventieve) vervanging) • Vaststellen zeespiegelrijzing 	Gerichtere en continue inspecties en beter voorspellen. Hogere resoluties.
	Defensie & Veiligheid	Internationale vrede en veiligheid, veiligheid in en vanuit de ruimte, aanpak georganiseerde criminaliteit, bescherming tegen natuurrampen	<ul style="list-style-type: none"> • Wereldwijde telecommunicatie met bondgenoten • Exacte locatie- en tijdreferenties t.b.v. operaties • Monitoren effecten van ruimteweer • Identificatie milieucriminaliteit • Ondersteunen inzet van hulpverleningsdiensten bij calamiteiten • Informatie aanleveren voor voorkomen/bestrijden van natuurrampen 	Verschuiving naar early warning en voorspellen. Inzet microsattelieten. Best mogelijke informatievoorziening veiligheidsprofessional op de grond. Gebruik tijdreeksen/historische data.
	Milieu, Klimaat & Duurzaamheid	Circulariteit, duurzaam landgebruik, biodiversiteit, milieuvervuiling, CO2-vrij elektriciteitssysteem	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoren veranderende leefomgeving bv land- en ruimtegebruik • In beeld brengen broeikasgassen, fijnstof en stikstofemissies • Identificeren van locaties voor windmolens en zonnepanelen • Monitoring naleving internationale verdragen op gebied van milieu, klimaat en duurzaamheid 	Mondiaal en consistent beeld door de tijd. Inzicht in individuele vervuiliingsbronnen als centrales en zeeschepen
	Transport & Logistiek	Duurzaam, veilig en autonoom transport. Efficiënte logistiek	<ul style="list-style-type: none"> • Satellietnavigatie voor vliegtuigen en zeeschepen • Precieze tracking & tracing in logistieke ketens • Autonoom rijden • Monitoren toestand transportcorridors 	Nog beter benutten real-time data voor veilig (en efficiënt) rijden, vliegen en varen. Synchromodaal vervoer.
	Volksgesondheid & Welzijn	Tegengaan ongezonde leefomgeving & levensstijl. Terugdringen verspreiding besmettelijke ziekten	<ul style="list-style-type: none"> • Weers- en luchtkwaliteitsvoorspelling • Monitoren verspreiding besmettelijke ziekten • Monitoren kwaliteit leefomgeving (water-, bodem- en luchtkwaliteit) • Monitoren veranderende leefomgeving (hitte eilanden, blauwalg, ongedierte) 	Hogere resoluties in monitoring kwaliteit van leefomgeving (lucht, water, bodem).

Kritische succesfactoren opschalen ruimtevaarttoepassingen

Voor het opschalen van de ruimtevaarttoepassingen zijn vijf kritische succesfactoren geïdentificeerd, te weten:

- 1) Bestaande wet- en regelgeving en procedures. Deze houden nog onvoldoende rekening met waarnemingen en metingen die mogelijk zijn vanuit de ruimte;
- 2) Awareness en bestaand imago ruimtevaart. In veel maatschappelijke domeinen, zowel binnen uitvoeringsorganisaties als bij beleidsmakers, is men zich nog onvoldoende bewust van de mogelijkheden van ruimtevaart en het belang dat ruimtevaart al heeft. Ruimtevaart wordt nog altijd gezien als complex en duur, terwijl de toegankelijkheid ervan juist toeneemt;
- 3) Aantoonbare meerwaarde en inpassing in bestaande werkprocessen. De businesscase voor ruimtevaarttoepassingen moet evident zijn. Ruimtevaarttoepassingen moeten enerzijds een duidelijk aantoonbare meerwaarde hebben in de vorm van een goedkoper uit te voeren werkproces of grotere effectiviteit (of beide) en tegelijkertijd goed in te bouwen zijn in bestaande werkprocessen. Er moet met andere woorden een daadwerkelijk organisatorisch pijnpunt mee worden opgelost;
- 4) Samenwerking bij het tot stand brengen van ruimtevaarttoepassingen (inclusief het delen van data). De mate van samenwerking bij het tot stand brengen van ruimtevaarttoepassingen en dan met name samenwerking bij het delen van data en realiseren van informatievoorzieningen blijft achter. Ruimtevaarttoepassingen komen in het merendeel van de gevallen nog tot stand op het niveau van individuele organisaties (en zelfs nog verspreid binnen individuele organisaties) en nog relatief beperkt in samenwerkingsverbanden. Dit betekent dat vraagbundeling (en bijbehorend pooling van budgetten) minder vaak dan mogelijk is plaatsheeft en het wel vaak opnieuw wordt uitgevonden.
- 5) Ontwikkeling van markt voor ruimtevaarttoepassingen. De markt voor ruimtevaarttoepassingen – en dan met name de markt voor satellietdatatoepassingen – is in Nederland nog jong en deels onvolwassen.

Aanbevelingen

Om het brede toepassingspotentieel van ruimtevaart in Nederland – en in het bijzonder het gebruik van satellietdata naast satellietnavigatie en satellietcommunicatie – daadwerkelijk veel ruimer te benutten zijn meer inspanningen van overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen nodig. In de verkenning zijn daartoe zes aanbevelingen gedaan en kort uitgewerkt, te weten:

- a) Verbeter de bewustwording over de (on)mogelijkheden van gebruik van satellietdata;
- b) Wees ambitieus wat betreft gebruik ruimtevaarttechnologie en maak vraagarticulatie en vraagbundeling onderdeel van innovatief inkoopbeleid;
- c) Bevorder dat een digitale basisregistratie gaat ontstaan van de fysieke leefomgeving als startpunt voor uiteenlopende satellietdatatoepassingen;
- d) Besluit over de verdere doorontwikkeling van het Satellietdataportaal (SDP);
- e) Ga de dialoog met aanbieders van satellietdatatoepassingen aan;
- f) Stimuleer het ontstaan van een (virtueel) centre of excellence op gebied van toepassingen van satellietdata in combinatie met gerichte inspanningen om de impact van kennisinstellingen op dit vlak te vergroten.

1 Inleiding

1.1 De afhankelijkheid van ruimtevaart

Ruimtevaart wordt in de praktijk nog sterk geassocieerd met sterrenkunde, met bemande ruimtevaart en lancering van raketten met hightech satellieten. Deze activiteiten behoren weliswaar tot de ruimtevaart, maar vertellen maar een deel van het verhaal van (het belang van) ruimtevaart, ruimtevaarttechnologie en daarvan afgeleide toepassingen. De afhankelijkheid van bijvoorbeeld satellietcommunicatie, satellietnavigatie en aardobservatie is inmiddels immens. Satellietcommunicatie is essentieel op plekken op aarde waar aardse netwerken ontbreken. Satellietnavigatie is inmiddels onderdeel van veel consumentenelektronica en ook tal van professionele toepassingen waar plaats en tijd ertoe doen (kijk bijvoorbeeld naar het aantal apps dat vraagt om locatiegegevens). Aardobservatie laat inmiddels een breed scala aan toepassingen zien uiteenlopend van precisielandbouw, defensietoepassingen en opsporing van milieucriminaliteit, tot de controle of landen zich houden aan klimaatafspraken, monitoring van verspreiding van ziekten (tele-epidemiologie), inzicht in vernatting en verdroging of het monitoren van verzakking van infrastructures (pijp en gasleidingen, dijken, spoorwegen) en bebouwing. Maar ook een dienst als de weersvoorspelling, die haast als vanzelfsprekend wordt gezien, is kwalitatief sterk verbeterd door toepassing van satellieten. Het is een dienst die cruciaal is voor haast alle verkeersmodaliteiten, de landbouw, de volksgezondheid (inzicht in vervuiling), maar bijvoorbeeld ook de hele vrijetijdseconomie.

Het bovenstaande illustreert dat we ongemerkt steeds meer vertrouwen op ruimtevaarttechnologie en toepassingen die daarmee gerealiseerd worden. Niettemin, is de betekenis en het potentieel van ruimtevaarttechnologie en daarmee gerealiseerde toepassingen vaak nog groter dan gedacht. Zo komen regelmatig onverwachte gebruiksmogelijkheden van satellietdata aan het licht. Dit voorjaar gaven satellietdata afkomstig van het Nederlandse satellietinstrument Tropomi bijvoorbeeld bijna realtime beelden van de door de Covid-19 crisis sterk teruggelopen luchtverontreiniging in bijvoorbeeld China, de Italiaanse Povlakte en Nederland.¹ In een dossier dat voor de Covid-19 crisis sterk in de belangstelling stond – het stikstofdossier – concludeerde de Commissie Hordijk in juni 2020 dat vernieuwing van de stikstofmetingen met behulp van satellietmetingen nodig is.^{2, 3} Dergelijke gebruiksmogelijkheden maken dat in Europees verband, via onder andere ESA, Horizon 2020 en binnenkort Horizon Europe, miljarden euro's in ruimtevaart worden geïnvesteerd. Een deel van die bestedingen slaan neer bij Nederlandse kennisinstellingen, bij ESTEC in Noordwijk en het Nederlandse bedrijfsleven.⁴ Kortom, de directe en indirecte betekenis en potentieel van ruimtevaarttechnologie en daarmee gerealiseerde toepassingen zijn aanzienlijk groter dan vaak op het eerste gezicht wordt gedacht.

¹ Zie <https://eo4society.esa.int/2020/05/14/is-the-global-covid-19-related-drop-in-no2-pollution-coming-to-an-end/>

² Zie <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/06/15/meer-meten-robuster-rekenen>.

³ Minder groots wellicht, maar ook illustratief is dat dit voorjaar bleek dat satellietdata kunnen worden ingezet voor het voorspellen van het voorkomen van processierupsen en teken. Zie <https://www.utwente.nl/nieuws/2020/2/519275/houd-rekening-met-volksgezondheid-bij-nieuwe-aanplant>.

⁴ Vraag is wel of we als Nederland voldoende zijn aangesloten om maximaal van deze programma's profijt te hebben, zie ook paragraaf 2.5.

1.2 Aanleiding, hoofdvragen en doelen onderzoek

Tegen deze achtergrond is de directe aanleiding voor de hier gerapporteerde brede verkenning de motie **Amhaouch c.s.** in de Tweede Kamer. In deze motie, ingediend tijdens het AO Ruimtevaartbeleid van 1 oktober 2019, hebben de coalitiepartijen de regering verzocht een brede verkenning naar de toegevoegde waarde van ruimtevaarttechnologie binnen de departementen en hun "gelieerde sectoren" uit te voeren.⁵ Het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat als coördinerend ministerie op het dossier ruimtevaart beoogt met deze verkenning tegemoet te komen aan dit verzoek. De gevraagde brede verkenning is in belangrijke mate een actualisatie van de in 2016 door Dialogic in samenwerking met Decisio uitgevoerde verkenning MKBA-ruimtevaart.⁶

Voor deze verkenning zijn twee **hoofdvragen** geformuleerd, te weten:

1. Wat zijn de *'enge' economische baten* van de ruimtevaartsector in Nederland in 2019 (of 2018 als 2019 niet mogelijk is) ten opzichte van 2014 en hoe laat zich deze ontwikkeling vergelijken met het relevante buitenland?
2. Wat is de *toegevoegde waarde van ruimtevaarttechnologie voor de verschillende departementen en daaraan gelieerde sectoren*: nu en in de nabije toekomst (over circa vijf jaar)? Hoe zou de rijksoverheid eventuele onbenutte potenties kunnen benutten?

De voorziene analyse van de economische en maatschappelijke toegevoegde waarde van de ruimtevaart dient – naast het tegemoetkomen aan de wens zoals geuit in de genoemde motie en het inhoudelijk beantwoorden van de twee hoofdvragen – de volgende doelen:

- Een inschatting van de mate van benutting van ruimtevaarttechnologie in Nederland
- Ondersteuning bij de uitvoering van ruimtevaartbeleid zoals geformuleerd in nota Ruimtevaartbeleid 2019;
- Voorbereiding en selectie van SBIR's met relevantie voor de ruimtevaart (waarvan er al meerdere lopen);
- Het leveren van geactualiseerde data en input voor dialoog en communicatie met (inter)nationale partijen, zoals de ESA (inclusief de voorbereiding van de ESA-ministerial in 2022), EUMETSAT, EU en OESO.

1.3 Verschillende perspectieven op ruimtevaart- en ruimtevaartbeleid

Ruimtevaart is op vele manieren van belang en kent ook verschillende beleidsperspectieven of aanvliegroutes. We onderscheiden er hier vier die leidend zijn voor het beleid.⁷

Vanuit **economisch perspectief** gaat het vooral om de (groei van) de markt voor ruimtevaarttoepassingen en van sleuteltechnologieën die of afgeleid zijn van de ruimtevaart of daarvoor van cruciaal belang zijn. Er zijn inmiddels tal van sectoren die zowel upstream als downstream⁸ toeleveren aan de ruimtevaart c.q. profiteren van ruimtevaarttechnologie en

⁵ Mede-indieners waren de Kamerleden Bruins, van Eijs en Wiersma. Voor de tekst van de motie, zie <https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/moties/detail?id=2019Z18527&did=2019D38587>.

⁶ Zie Dialogic i.s.m. Decisio (2016), *Verkenning naar de maatschappelijke kosten en baten van ruimtevaart en het ruimtevaartbeleid*, Dialogic, Utrecht.

⁷ Een eventueel vijfde is het juridische perspectief. Hier is de vraag vooral welke juridische kaders bestaan en moeten worden ontwikkeld om een veilige en duurzame ruimtevaart te kunnen garanderen.

⁸ Voor een toelichting op de upstream en downstream bedrijvigheid in de ruimtevaart, zie paragraaf 2.2.

toepassingen op basis van satellietdata. In toenemende mate is ruimtevaart niet langer overwegend publiek gefinancierd, maar steeds sterker privaat gefinancierd.

In het **maatschappelijke perspectief** gaat het vooral om de snel toenemende toepassingsmogelijkheden van satellietdata in allerhande domeinen. Ruimtevaart kent al decennia de belofte (die deels is ingelost) dat het helpt grote maatschappelijke vraagstukken te adresseren omtrent voedselvoorziening, volksgezondheid, bescherming tegen het water tot duurzame ontwikkeling en veiligheid. Dat is weer actueler geworden nu in het missiegedreven innovatiebeleid de bijdrage van technologie en innovatie aan de oplossing van maatschappelijke vraagstukken meer centraal is komen te staan. Zeker nu dat missiegedreven innovatiebeleid zich verbreedt naar meerdere departementen, is ruimtevaart bij uitstek een technologie en toepassingsdomein die een rol kan spelen bij het realiseren van allerhande maatschappelijke missies waar de verschillende departementen momenteel vorm aan geven.

Vanuit **wetenschapsperspectief** is het een inspirerend wetenschapsdomein waar vernieuwingskracht een belangrijke rol speelt. Enerzijds raakt het aan vraagstukken die rechtstreeks verband houden met de oorsprong van het leven op aarde. Anderzijds is het bij uitstek een wetenschapsgebied dat nieuwe praktische toepassingen mogelijk maakt die direct effect hebben op ons dagelijks leven. Kenmerkend zijn de lange tijdshorizonten en de unieke combinatie van zeer fundamenteel tot sterk toegepast onderzoek, de grote afhankelijkheid van complexe instrumenten en technologieën en het grote en toenemende aantal disciplines waarin vooral vormen van aardobservatie een rol spelen. Het ruimteonderzoek heeft een op zichzelf staande wetenschappelijke meerwaarde, die niet altijd in puur economische termen beschreven kan worden.⁹Het is een wetenschapsgebied dat bovenal laat zien dat onmogelijk geachte missies en toepassingen toch gerealiseerd kunnen worden. Het illustreert op een aansprekende wijze de vernieuwingskracht die uit kan gaan van wetenschap.

Vanuit **politiek-militair perspectief** gaat het tenslotte vooral om het verkrijgen van autonome toegang tot de ruimte en veiligheidsvraagstukken zoals het goed kunnen verkennen en inschatten van veiligheidssituaties wereldwijd.¹⁰

Opmerkelijk daarbij is dat ruimtevaart in deze verschillende beleidsdomeinen een eigenstandige positie heeft. Zo heeft ruimtevaart niet alleen een eigen wetenschappelijke traditie, een eigen technologie (space technology) en bijbehorende infrastructuur, maar ook een nog altijd grote (maar afnemende) afhankelijkheid van specifieke beleidsbudgetten en een eigen nationaal en Europees beleid¹¹ en beleidsuitvoering middels eigen space agencies (NSO, ESA).

Zoals ook blijkt uit de twee hoofdvragen van dit onderzoek en zonder de andere perspectieven tekort te willen doen, ligt de nadruk in deze studie op de economische en maatschappelijke betekenis (en benutting) van ruimtevaart.

⁹ De hier gerapporteerde studie – waar het economische en maatschappelijke perspectief overheerst – is complementair aan de inventarisatie en evaluatie van ruimtevaart onderzoek in Nederland vanuit een wetenschappelijk perspectief zoals het Ministerie van OCW dat momenteel door Dialogic laat uitvoeren. In dit onderzoek worden de verschillende wetenschappelijke onderzoeksgroepen die actief zijn in de ruimtevaart onderzocht. Het resultaat van deze studie is naar verwachting najaar 2020 beschikbaar.

¹⁰ Defensie zal een ruimtestrategie uitbrengen met haar positie op dit domein.

¹¹ Zie voor het Nederlandse beleid de *Nota Ruimtevaartbeleid 2019*, die de staatssecretaris juni 2019 aan de Tweede kamer heeft aangeboden: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/beleidsnotas/2019/06/19/bijlage-1-nota-ruimtevaartbeleid-2019>.

1.4 Onderzoeksaanpak

Voor de beantwoording van de eerste van de hoofdvraag naar de 'enge' economische baten van de ruimtevaartsector in Nederland zijn de volgende analysemethoden in combinatie ingezet:

- Een **elektronische survey onder de ruimtevaartbedrijven** (upstream en downstream, zie onderstaande kader voor een afbakening) in Nederland.¹² Dit is deels een update van de survey zoals die eerder in 2016 door ons is uitgevoerd. De survey levert primair informatie over belangrijke economische kengetallen in de ruimtevaartsector, maar daarnaast ook een actueel inzicht hoe de sector zelf aankijkt tegen ruimere toepassingsmogelijkheden van ruimtevaart- en ruimtevaarttechnologie. Ook is gevraagd naar de klanten die deze spelers actief in de ruimtevaartsector ondersteunen bij het realiseren van op ruimtevaart gebaseerde toepassingen. Tot slot zijn ook vragen opgenomen over de wisselwerking tussen kennisinstellingen en bedrijven en de belangrijkste knelpunten die de ruimtevaartbedrijven ervaren. De survey is uitgezet onder 158 spelers in de Nederlandse ruimtevaartsector. De door ons gehanteerde afbakening van de bedrijven in de ruimtevaartsector is omschreven in paragraaf 2.2. De survey is getest middels interviews met ondernemingen in de ruimtevaartsector. Na reminders en het nabellen van bedrijven hebben 47 bedrijven en organisaties gerespondeerd. De respons bedraagt daarmee 29,7 % en dat is voor de aard van de survey gebruikelijk. De tekst van de survey is opgenomen in Bijlage 4.
- Een **input/output (I/O) -analyse gecombineerd met het vaststellen van economische kengetallen met behulp van CBS-microdata**. Evenals in 2016 is een I/O-analyse uitgevoerd. Ruimtevaartspelers opereren in waardeketens. De toegevoegde waarde die een organisatie levert is mede afhankelijk van de positie van de organisatie in de keten en de mate van voor- en/of achterwaartse integratie. Op basis van een input-outputanalyse (I/O-analyse) is een inschatting te maken van de bijdrage van ruimtevaartspelers aan de Nederlandse economie, waarbij niet alleen de directe bijdrage van de ruimtevaartsector zelf in acht is genomen, maar ook een deel van de indirecte bijdrage in kaart is gebracht. De indirecte bijdrage komt via de bijdrage van toeleveranciers aan de ruimtevaartsector en additionele buitenlandse werknemers en hun bestedingen in Nederland als gevolg van de aanwezigheid van de ruimtevaartsector. In de indirecte bijdrage zijn ook de additionele bezoeken vanuit het buitenland ten gevolge van de aanwezigheid van de ruimtevaartsector opgenomen. In 2016 is ingeschat hoe de directe bijdrage van de ruimtevaartsector zich verhoudt tot deze indirecte bijdragen. De desbetreffende verhoudingsgetallen uit de studie van 2016 zijn ook als basis gebruikt in deze studie. Daarbij zijn in 2016 alle kengetallen van ruimtevaartbedrijven ontleend aan de uitgevoerde survey. Dit jaar zijn de kengetallen van ruimtevaartbedrijven (upstream en downstream) bepaald via de CBS-microdata, omdat deze een accurater beeld opleveren en bedrijven tevens niet belast worden met zeer gedetailleerde vragen hierover. Daartoe is een lijst van ruimtevaartspelers opgesteld (een actualisatie van de lijst uit 2016 op basis van diverse overzichten alsmede een handmatige check) en bepaald in welk segment

¹² Op verzoek van de begeleidingscommissie zijn hier ook de niet-universitaire kennisinstellingen meegenomen (relevante TO2 instituten, NWO-instituten en relevante rijkskennisinstellingen). De universitaire onderzoeksgroepen, soms verschillende per universiteit, zijn niet apart bevroegd. Deze worden wel meegenomen in de inventarisatie en evaluatie van het ruimteonderzoek in Nederland zoals dat parallel in een onderzoek voor het Ministerie van OCW wordt uitgevoerd, zie voetnoot 9.

van de ruimtevaartsector zij actief zijn. Deze lijst van ruimtevaartbedrijven is in de CBS-omgeving door het CBS (op basis van KvK-nummers) gepseudonimiseerd, waarmee we diverse CBS-bestanden hebben kunnen koppelen. Hierdoor hebben we een goed beeld van de belangrijkste economische kengetallen van de ruimtevaartbedrijven in Nederland en de ontwikkeling sinds 2014. Een deel van de kengetallen is gebruikt voor het uitvoeren van de I/O-analyse. Details van de doorlopen stappen ten behoeve van de uitvoering van de I/O-analyse zijn opgenomen in hoofdstuk 2.

Voor de tweede hoofdvraag naar de bredere maatschappelijke toegevoegde waarde van het gebruik van ruimtevaart (bijvoorbeeld aardobservatie, satellietnavigatie, satellietcommunicatie of verspreiding van technologie die afkomstig is uit de ruimtevaart) is aansluiting gezocht bij het missiegedreven Topsectoren- en innovatiebeleid.¹³ Daartoe zijn de volgende methoden ingezet:

- **Literatuurstudie** om de ruimere betekenis van ruimtevaart voor toepassende sectoren – actueel en in potentie - te kunnen bepalen in de domeinen 1) landbouw & voedsel; 2) milieu, klimaat & duurzaamheid; 3) water & infrastructuur; 4) transport & logistiek en; 5) defensie & veiligheid, en; 6) volksgezondheid & welzijn. Gekeken is welke voorbeelden van toepassing van ruimtevaart al voorhanden zijn in deze domeinen in binnen- en buitenland.¹⁴
- **Interviews** met diverse spelers betrokken bij ruimtevaart en satellietdata toepassingen in uiteenlopende maatschappelijke domeinen. Deze acht interviews hebben vooral gediend als voorbereiding voor de workshops.
- **Workshops** in de bovengenoemde zes domeinen. De onderlegger die is gebruikt om deelnemers aan de workshop te informeren alsmede het programma van de workshops is opgenomen als bijlage 6. De resultaten van de workshops zijn verwerkt in workshopverslagen die zijn gevalideerd door de deelnemers.

Het onderzoek is uitgevoerd in de periode april -juli 2020.

1.5 Leeswijzer

De rapportage is opgebouwd langs de lijnen van de twee hoofdvragen. Dat betekent dat we in hoofdstuk 2 de enge economische baten van de ruimtevaart in Nederland in beeld brengen. In een inleiding komt de afbakening van de ruimtevaartsector kort aan de orde alsmede het economische belang van de ruimtevaart in algemene zin. Daarna presenteren we de gecombineerde resultaten van survey, de analyse in CBS-microlab alsook de resultaten van de uitgevoerde I/O-analyse. Vervolgens kijken we achtereenvolgens specifiek naar de surveyuitkomsten die betrekking hebben op de ruimtevaartsector als kenniseconomie en de gepercipieerde kansen, bedreigingen en ervaren knelpunten voor de economische doorontwikkeling van de sector.

In hoofdstuk 3 staan we vooral stil bij de ruimere maatschappelijke betekenis (en potentieel) van de ruimtevaart en rapporteren we vooral de resultaten van de interviews en de workshops. We gaan daarbij in op de meerwaarde zoals deelnemers die zien van

¹³ Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (26 april 2019). *Missies voor het topsectoren- en innovatiebeleid*.

¹⁴ In de literatuurstudie is overigens ook gekeken naar de beperkte hoeveelheid recente studies die het economisch belang van de ruimtevaart indiceren ten behoeve van de eerste hoofdvraag.

ruimtevaarttechnologie in onderscheiden domeinen en de succes- en faalfactoren die zij onderscheiden bij introductie en opschaling van ruimtevaarttechnologie en toepassingen. Tot slot gaan we in op mogelijke handelingsperspectieven voor actoren in de toepassingsdomeinen – inclusief overheid – om de maatschappelijke benutting van (investeringen in) ruimtevaart te verbeteren.

In een afsluitend hoofdstuk 4 formuleren we conclusies en aanbevelingen. In de bijlagen zijn achtereenvolgens opgenomen een korte discussie over de afbakening van de ruimtevaartsector, uitleg over de totstandkoming van de I/O-analyse, een groslijst met ruimtevaartbedrijven voor de analyse, een weergave van de survey, een overzicht van de resultaten uit de survey, de onderlegger alsmede het programma voor de workshops, een overzicht van deelnemers aan de interviews en workshops alsmede een overzicht met de leden van de begeleidingscommissie.

2 Economische betekenis ruimtevaart in Nederland

In dit hoofdstuk gaan we in op de economische betekenis van de ruimtevaartsector voor Nederland. Om zowel de directe als de indirecte economische foto van de ruimtevaartsector te bepalen, zijn er verschillende methoden toegepast. Zoals aangegeven in paragraaf 1.4, hebben zowel de CBS-microdata als de survey als input gediend voor deze resultaten. De uiteindelijke uitkomsten van economische foto zijn ook vergeleken met de resultaten uit de MKBA uit 2016 door Decisio en Dialogic. Voordat we ingaan op de bijdrage van ruimtevaartspelers aan de Nederlandse economie in paragraaf 2.3, begint dit hoofdstuk met een korte inleiding over het bepalen van de economische waarde van ruimtevaart, gevolgd door de gehanteerde definitie van de afbakening van de ruimtevaartsector in dit onderzoek. In paragraaf 2.4 en 2.5 wordt ter afsluiting de relatie van de ruimtevaartsector met de kenniseconomie besproken, en de gepercipieerde kansen, bedreigingen en knelpunten voor de economische doorontwikkeling van de ruimtevaartsector.

2.1 Eerdere schattingen van de economische waarde ruimtevaart

In 2016 is door Dialogic en Decisio een verkenning uitgevoerd naar de maatschappelijke kosten en baten van ruimtevaart en het ruimtevaartbeleid.¹⁵ Onderdeel hiervan was het maken van een 'economische foto', waarbij het economisch belang beschreven is in termen van werkgelegenheid, productiewaarde¹⁶ en toegevoegde waarde¹⁷. Hierbij vertegenwoordigt de ruimtevaart een economisch belang op drie manieren:

1. **Directe bijdrage.** De directe bijdrage van de ruimtevaartsector bestaat uit de productiewaarde (omzetten), werkgelegenheid en toegevoegde waarde (BBP) bij de bedrijven die actief zijn in de ruimtevaartsector.
2. **Indirecte bijdrage.** De indirecte bijdrage van de ruimtevaartsector bestaat uit de productiewaarde (omzetten), werkgelegenheid en toegevoegde waarde (BBP) van toeleveringen van bedrijven die toeleveren aan bedrijven die actief zijn in de ruimtevaartsector.
3. **Bestedingen als gevolg van bezoek van buitenlandse werknemers en zakelijk bezoek.** De buitenlandse werknemers en de zakelijke bezoekers die gecreëerd worden door de ruimtevaartsector, hebben (additionele) bestedingen als gevolg.

Later (maar ook eerder) zijn er ook andere studies verschenen die zich hebben gericht op de economische betekenis van de ruimtevaart. Wat deze studies gemeen hebben is dat het lastig blijkt om de precieze directe economische betekenis van ruimtevaart te schatten. De schattingen lopen in de regel sterk uiteen, deels afhankelijk van hoe breed de ruimtevaart wordt gedefinieerd en ook of de toepassingen die een afhankelijkheid kennen van ruimtevaarttechnologie en satellietdata wel of niet worden meegerekend. Een recent overzicht met

¹⁵ Zie voetnoot 6.

¹⁶ Productiewaarde: is gelijk aan de productiewaarde van de bedrijven in de ruimtevaartsector, of (indien een product alleen wordt doorverkocht en niet bewerkt) de brutomarge van doorverkochte producten

¹⁷ Toegevoegde waarde: is gelijk aan de brutoloonkosten, kapitaallasten en winsten (voor belasting en afschrijvingen) van de bedrijven in de ruimtevaartsector. Dit is gelijk aan de omzet minus de gemaakte inkoopkosten, oftewel de waarde die een organisatie met haar medewerkers toevoegt aan een product. Deze waarde komt overeen met de bijdrage aan het bbp.

feiten en cijfers van alleen de pure Europese ruimtevaart maakindustrie (dus exclusief satelliet operators en zelfs lanceerbedrijven als Arianespace) schat de omvang van de Europese ruimtevaartindustrie in 2018 bescheiden in op € 8,5 miljard (uitgedrukt in finale verkopen) en de directe werkgelegenheid in heel Europa op 43.500 FTE¹⁸. Aan het andere eind van het spectrum verwijst OECD¹⁹ naar schattingen van de omvang van de Space Economy van onder andere de Space Foundation (\$ 383,5 miljard in 2017), Morgan Stanley (\$ 350,5 miljard in 2016 en naar schatting \$ 1,1 triljoen in 2040) en Bank of America / Merrill Lynch (naar schatting \$ 2,7 triljoen in 2040).

Juist in die hoge schattingen worden typisch ook allerhande producten en diensten meegevoerd die zijn afgeleid van ruimtevaart of anderszins een afhankelijkheid van ruimtevaart kennen. In de genoemde recente OECD-studie²⁰ worden enkele feiten genoemd die het huidige belang van ruimtevaart illustreren alsook de groei die in de periode 2014-2018 heeft plaatsgevonden. De totale overheidsbudgetten voor ruimtevaart bedroegen in 2017 wereldwijd \$ 75 miljard.²¹ Die lopen per land gemeten naar aandeel in het bbp (2017) sterk uiteen van 0,248% in de VS, gevolgd door Rusland (0,165%) en Frankrijk (0,105%). Het aandeel in Nederland is bescheiden (0,018%) en lager dan in de meeste ontwikkelde landen. In 2018 vonden 114 raketlanceringen plaats.²² In de periode 2014-2018 zijn in totaal bijna 900 satellieten gelanceerd. Tot en met 2025 zijn lanceringen gepland van in totaal 6 constellaties (van ieder meer dan 100 satellieten). Dit illustreert vooral de trend naar kleinere satellieten en veranderingen van de businessmodellen in de ruimtevaart. Echter, de meeste meerwaarde van ruimtevaart komt wellicht voort uit het grootschalige gebruik van toepassende sectoren, niet in de laatste plaats in veel maatschappelijke sectoren waar overheid en overheidsdiensten belangrijke spelers zijn. Ook die waarde blijkt moeilijk in te schatten. Een recente studie naar de opbrengsten van satelliet-gebaseerde aardobservatie voor de Britse overheid wordt die opbrengst als significant aangemerkt, maar ook als niet kwantificeerbaar.²³ Die opbrengst wordt in deze studie alleen kwalitatief geïllustreerd.

2.2 Afbakening ruimtevaartsector

Zoals al is geïntroduceerd in voorgaande paragraaf, is het afbakenen van de ruimtevaartsector niet triviaal. De sector in smalle zin is al zeer divers en loopt uiteen van de ontwikkeling en lancering van raketten, satellieten en ruimtestations tot de bewerking van ruwe data uit de ruimte door grondstations en het verwerken van deze data in bruikbare/interpreteerbare informatie.

¹⁸ Zie ASD Eurospace (2019), *The State of the European Space Industry in 2018, Facts and figures*, press release 11th June 2019.

¹⁹ Zie OECD (2019), *The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy*, OECD Publishing, Paris, p. 32.

²⁰ Zie OECD (2019). Daarnaast heeft OECD voor 2020 een nieuwe versie van het *OECD Handbook on Measuring the Space Economy* aangekondigd, een update van de versie uit 2012.

²¹ De bestedingen aan ruimtevaart overall zijn uiteraard veel omvangrijker omdat ruimtevaart niet langer een overwegend institutionele markt is, maar in toenemende mate een commerciële markt met als ultieme illustratie dat NASA in mei 2020 voor het eerst in haar bestaan een bemande ruimtevlucht (naar ISS) liet uitvoeren met een raket van het commerciële SpaceX van Elon Musk. Op andere deelmarkten zoals satellietnavigatie en satellietcommunicatie zijn al veel langer commerciële partijen actief. En de aardobservatie is al jaren de snelst groeiende markt.

²² Per lancering kunnen één of meer (tegenwoordig zelf vele) satellieten gelanceerd worden.

²³ Zie London Economics (2018), *Value of satellite-derived Earth Observation Capabilities to the UK Government today and by 2020. Evidence from nine domestic civil usecases*, report commissioned by Innovate UK, London.

Idealiter zou ook een ruimtesector in brede zin moeten worden gedefinieerd aangezien de ruimtevaartsector in smalle zin allerhande 'space-enabled' diensten en toepassingen mogelijk maakt zoals navigatiediensten, satelliettelevisie (incl. installatie en aanschaf apparatuur), precisielandbouw, financiële dienstverlening (die de timingscomponent van PNT-diensten als GPS gebruikt). In tal van domeinen uiteenlopend van landbouw & voedsel; milieu, klimaat & duurzaamheid; water & infrastructuur; transport & logistiek; defensie & veiligheid; en volksgezondheid & welzijn zijn toepassingen te vinden met een grotere of kleinere ruimtevaartcomponent en dus afhankelijkheid van ruimtevaart. Deze afhankelijkheid en daarmee het economisch belang van ruimtevaart in brede zin neemt sneller toe dan de economische betekenis van de ruimtevaart gedefinieerd als smalle economische sector in zichzelf. Veelal gaat het om het gebruik van satellietcommunicatie, -navigatie of aardobservatie en het gebruik van daaruit resulterende satellietbeelden. Een goede proxy of indicatie voor het vaak onverwachte gebruik van ruimtevaarttoepassingen is het aantal apps op een mobiele telefoon dat gebruikt maakt van een plaatsbepalingscomponent. Ondanks de toenemende afhankelijkheid van 'afnemende' sectoren, kunnen we die afnemende sectoren moeilijk integraal tot de ruimtevaartsector rekenen. Het vaststellen van een 'ruimtevaartcoëfficiënt' of mate van afhankelijkheid per sector is (nog) niet beschikbaar.²⁴

Om die reden beperken we ons in dit hoofdstuk tot de ruimtevaartsector in smalle zin. Ook vanwege de vergelijkbaarheid gebruiken we hier vooralsnog dezelfde definitie van de ruimtevaartsector zoals gehanteerd in de MKBA ruimtevaartstudie uit 2016.²⁵ Daarbij maken we een onderscheid tussen upstream en downstream bedrijvigheid:

- De upstream-bedrijven houden zich bezig met de ontwikkeling, productie, lancering en het beheer van ruimtevaartuigen, ruimtestations en satellieten. Simpel gezegd zorgen deze bedrijven – veelal in samenwerking met gespecialiseerde wetenschappelijke onderzoeksgroepen verspreid over diverse kennisinstellingen – ervoor dat ruimteobjecten de ruimte in komen en daar hun functies kunnen uitoefenen. In dit deel van de sector worden satellieten, ruimtestations en ruimtevaartuigen ontwikkeld en alle instrumenten en onderdelen die hiervoor van belang zijn.
- Vervolgens wordt de informatie afkomstig van deze ruimteobjecten op aarde verwerkt tot een bruikbaar product: toepassingsgerichte satellieten leveren locatiebepaling, communicatie en/of aardobservatie diensten en de overige ruimteobjecten (wetenschappelijke satellieten) voorzien in wetenschappelijke kennis. Bedrijven die deze dataverwerking uitvoeren of producten (de hardware) leveren om deze databewerking mogelijk te maken, bevinden zich in de downstream. Het betreft de bewerking van ruwe data uit de ruimte door grondstations en het verwerken van deze data in bruikbare/interpreteerbare informatie. De producten en diensten die hieruit voortkomen zijn basisproducten (de grondstoffen) voor de ontwikkeling van toepassingen in andere markten.

²⁴ Ook in de in 2020 nieuw te versie van het *OECD Handbook on Measuring the Space Economy* wordt gewezen op de grote variëteit van economische activiteiten die een afhankelijkheid van de ruimtevaart kennen, maar wordt de exacte omvang ervan niet ingeschat. In de in 2016 door ons uitgevoerde studie (zie voetnoot 6) hebben we de betekenis van ruimtevaart voor precisielandbouw, luchtkwaliteit en klimaat, wegtransport en live broadcasting geïllustreerd en de economische waarde ervan proberen te schatten. Feitelijk zouden dergelijke analyses economiebreed en met enige regelmaat moeten worden uitgevoerd om de economische betekenis in brede zin van ruimtevaart goed te kunnen kwantificeren. In Bijlage I staan we nog iets uitgebreider stil bij de afbakening van de ruimtevaartsector.

²⁵ Ook mede om de resultaten van de directe economische waarde uit 2014 van de ruimtevaartsector in Nederland uit de MKBA uit 2016 goed te kunnen vergelijken met de hier gevonden directe economische waarde van de ruimtevaartsector in Nederland in 2018.

- Bedrijven die zich vervolgens met dergelijke toepassingen bezig houden vallen buiten de in dit onderzoek gehanteerde definitie van de ruimtevaartsector. Denk daarbij aan: bedrijven die applicaties bouwen op basis van GPS-gegevens (zoals TomTom), of bedrijven die kaarten maken waarin verwerkte data uit de ruimte over emissies, landgebruik, e.d. zijn gebruikt. Bij bedrijven die zowel actief zijn in de directe ruimtevaartindustrie alsook producten lanceren binnen de maatschappelijke velden, worden de onderdelen meegerekend die direct binnen ruimtevaartindustrie waarde genereren.

In hoofdstuk drie bespreken we achtereenvolgens de hierboven genoemde zes domeinen en illustreren we die ruimere economische en maatschappelijke betekenis van ruimtevaart. We benadrukken hier nogmaals dat de economische betekenis van ruimtevaart naar verwachting in toenemende mate komt uit deze economie- en maatschappij-brede toepassingen. Sommige zaken zijn daarbij moeilijk economisch te waarderen, maar dat maakt hen niet minder belangrijk. Denk bijvoorbeeld aan de (economische) waarde van een goed weerbericht, goed inzicht in luchtverontreiniging, inzicht in vernatting & verdroging, het kunnen maken van betrouwbare oogstvoorspellingen, adequaat toezicht op de uitvoering van klimaatafspraken, verbeterde veiligheid, etc.

Met betrekking tot bovenstaande definitie van de afbakening van de ruimtevaartsector en in samenwerking met NSO en EZK is een lijst samengeteld van organisaties die in meer of mindere mate betrokken zijn bij de ruimtevaart en dus vallen binnen de door ons gehanteerde definitie van de ruimtevaartsector. Deze bedrijven zijn benaderd voor het invullen van de enquête en daarbij diende deze lijst (grotendeels) als input voor het verkrijgen van de microdata van het CBS voor het schatten van het aantal FTE, de productiewaarde en toegevoegde waarde van ruimtevaartbedrijven. ESTEC is apart behandeld en is ook niet benaderd voor het invullen van de enquête en niet meegenomen in de analyse met de CBS-microdata. Wel heeft ESTEC cijfers aangeleverd aangaande het aantal FTE werkzaam bij de organisatie (vaste medewerkers en contractors, alsmede het percentage onderzoekers). ESTEC bevindt zich in Noordwijk en draagt onder andere bij aan de economische waarde van de ruimtevaartsector in Nederland door het aantal werkzame personen bij de organisatie en door het aantal (buitenlandse) bezoekers dat het aantrekt. Daarnaast zijn de universitaire onderzoeksgroepen ook niet apart benaderd in dit onderzoek, omdat ze al in een parallel uitgevoerd onderzoek zijn benaderd.²⁶ Op basis van dit parallelle onderzoek is een inschatting gemaakt van het aantal onderzoekers (FTE) dat bij deze onderzoeksgroepen betrokken is bij ruimtevaartonderzoek.

In totaal bevatte de lijst 158 verschillende organisaties. Deze organisaties vallen binnen drie mogelijke categorieën:

- Upstream (bijvoorbeeld bedrijven als LioniX International BV, GKN Fokker Aerospace, Airbus Defence and Space Netherlands, ISIS en Hiview B.V.);
- Downstream (bijvoorbeeld bedrijven als Acacia Water, MiraMap, Orbital Eye B.V. NEO B.V., SkyGeo, SES New Skies en SmartFramSensing);
- Overig (denk hierbij aan kennisinstellingen als ASTRON, Deltares, NLR en SRON en instanties als Agentschap Telecom en Geobusiness Nederland²⁷).

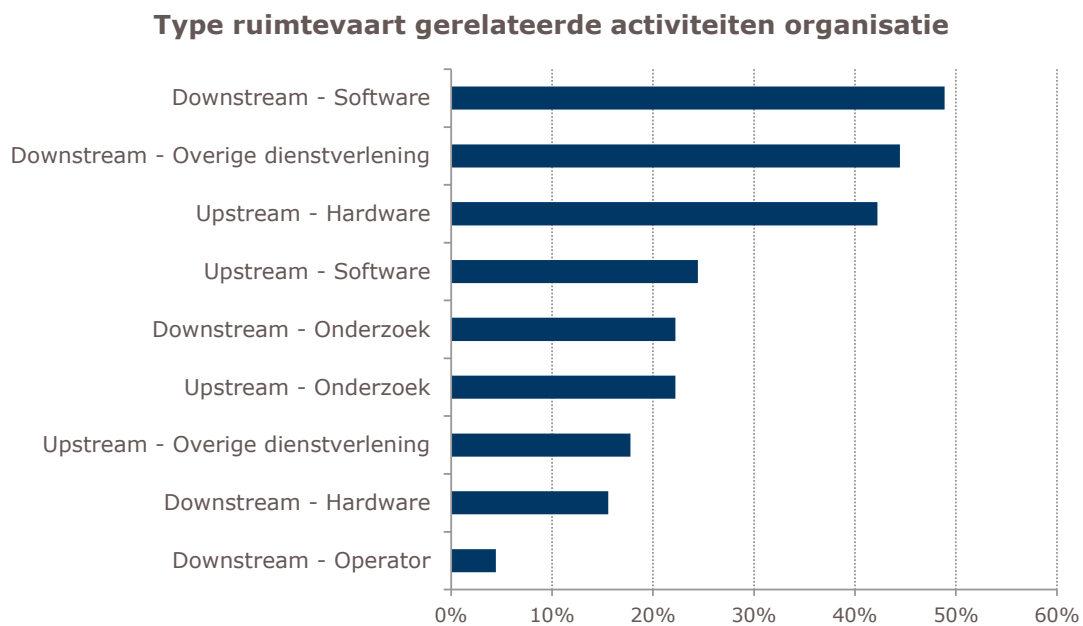
²⁶ Zie voetnoot 12.

²⁷ Deze twee instanties zijn niet voor het bepalen van de directe economische impact meegenomen, maar hebben wel input geleverd via de survey voor indirecte economische impact.

Een groslijst van alle organisaties die zijn meegenomen voor het bepalen van de directe en indirecte economische waarde van de ruimtevaartsector in Nederland, is te vinden in Bijlage 3. Zoals hierboven aangegeven is er ook nog data vergaard van 35 wetenschappelijke onderzoeksgroepen en ESTEC. Gekeken is naar de directe economische betekenis van deze onderzoeksgroepen, bijvoorbeeld in termen van het aantal medewerkers.

De meeste bedrijven die de survey hebben ingevuld (n=45), zijn middelgrote en klein private bedrijven (MKB) tot 250 medewerkers. Er zitten verder nog een klein deel aan startups tussen, en grote bedrijven van 250 medewerkers of meer. Verder hebben 4 kennisinstellingen de survey ingevuld. Bij deze 45 bedrijven zijn de instanties Agentschap Telecom en Geobusiness Nederland niet meegerekend.

De respondenten kunnen binnen de upstream en de downstream actief zijn (een combinatie van upstream en downstream is ook mogelijk). Van de 45 bedrijven geeft 49% aan actief te zijn in Downstream-software en 44% in Downstream-overige dienstverlening (diensten op basis van ruwe satellietdata). Daarnaast is 42% van de bedrijven actief in Upstream-hardware. Onder overige dienstverlening downstream vallen diensten op basis van ruwe satellietdata. De andere ruimtevaart gerelateerde activiteiten zijn minder vaak van toepassing, maar variëren tussen de 24 en 4 procent. Zie Figuur 1 voor een overzicht van een verdeling van de ruimtevaart gerelateerde activiteiten volgens de respondenten van de survey.



Figuur 1: Resultaten op de vraag: "In welke categorie(ën) passen de ruimtevaart gerelateerde activiteiten van uw organisatie het beste? (n=45)

2.3 Economische betekenis

In dit onderzoek hebben wij de 'economische foto' van de MKBA uit 2016 als uitgangspunt genomen, en hebben deze opnieuw berekend met de meest actuele gegevens. Hierbij hebben we de gevolgde methodologie (licht) aangepast, om de resulterende cijfers zo accuraat mogelijk te krijgen. Waar we in 2016 de respons op een survey als basis hebben gebruikt om economische kengetallen (werkgelegenheid, productiewaarde, toegevoegde waarde) voor ruimtevaartbedrijven te bepalen, hebben we ons voor deze groep ruimtevaartspeleers nu primair beroepen op microdata-bestanden van het Centraal Bureau voor de Statistiek.

Deze databestanden van het CBS kennen voor de economische kengetallen een betere dekking van ruimtevaartbedrijven en maken onze resultaten daarmee minder afhankelijk van de respons van een selecte groep bedrijven. Dit leidt tot andere, en naar onze inschatting accuratere, resultaten. Voor de universitaire onderzoeksgroepen, kennisinstellingen en ESTEC hebben we een vergelijkbare benadering als in 2016 gehanteerd. Voor het bepalen van de indirecte bijdrage van de ruimtevaartsector hebben we dezelfde multipliers gebruikt die resulteerden uit het input-/output-model in 2016.

De aangepaste methodologie heeft ook impact op de resultaten die we in dit hoofdstuk tonen. Doordat we voor ruimtevaartbedrijven nu gebruik hebben gemaakt van microdatabestanden van het CBS, hebben we voor alle bedrijven daadwerkelijk geregistreerde productiewaarde en hebben we voor vrijwel ieder bedrijf zicht op de toegevoegde waarde. In de exercitie van 2016 is voor veel bedrijven de productiewaarde en toegevoegde waarde geschat op basis van de selecte groep bedrijven die de survey had ingevuld. De huidige resultaten zijn naar ons oordeel daarmee accurater.²⁸ Voor een gedetailleerde beschrijving van de methodologie, zie Bijlage 1.

2.3.1 Directe economische betekenis

Voor de directe economische betekenis kijken we wederom naar het aantal werkzame personen (FTE), de productiewaarde en de toegevoegde waarde van spelers in de ruimtevaartsector. De ruimtevaartsector was in 2018 naar schatting goed voor 6.034 FTE, € 1.194 miljoen productiewaarde, en € 574 miljoen toegevoegde waarde, zie de tabel hieronder.

Tabel 1 Directe impact van de ruimtevaartsector in Nederland (2018)²⁹

	Productie- waarde (mln. €)	Toegevoegde waarde (mln. €)	Aantal FTE
Upstream	254 (21%)	118 (21%)	1.350 (22%)
Downstream	415 (35%)	115 (20%)	800 (13%)
Universitaire onderzoeksgroepen	78 (7%)	54 (9%)	612 (10%)
TNO, NLR, KNMI, SRON, ASTRON	73 (6%)	45 (8%)	566 (9%)
ESTEC (eigen personeel) *	200 (17%)	150 (26%)	1.473 (24%)
ESTEC (inhuur)*	174 (15%)	92 (16%)	1.233 (20%)
Totaal	1.194 (100%)	574 (100%)	6.034 (100%)

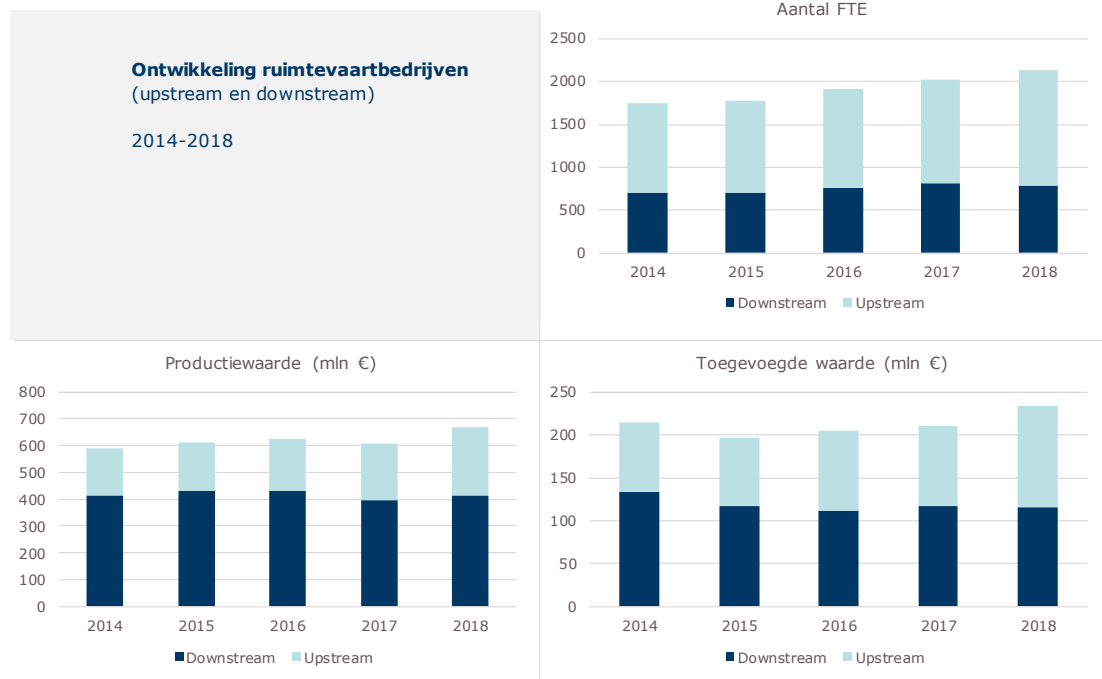
* op basis van recente uitvraag 2020

Niet alle bedrijven zijn uiteraard even groot en productief; net als in de meeste sectoren zien we ook hier dat een selecte groep bedrijven een relatief groot deel van de productiewaarde en toegevoegde waarde representeert. Er lijkt in de sector ook een aantal bedrijven te zijn met grote omzetten, waar kapitaal een grote rol speelt en arbeidskracht (aantal FTE) relatief klein is.

²⁸ We hebben de aanpak en resultaten doorgesproken met Decisio, het onderzoeksbureau dat de vorige keer betrokken was bij de economische foto. Zij onderschrijven de nieuwe methode en de winst in de kwaliteit van de inschatting.

²⁹ Cijfers van ESTEC zijn schriftelijk door ESTEC aangeleverd op 10 juli 2020.

Doordat we gebruik maken van data van het CBS, kunnen we voor de bedrijven (upstream en downstream) ook de ontwikkeling over de afgelopen jaren volgen. Deze ontwikkeling wordt hieronder getoond.



Figuur 2 Ontwikkeling upstream en downstream bedrijvigheid, 2014-2018. Bron: CBS, bewerking Dialogic (deze cijfers zijn exclusief universitaire onderzoeksgroepen, kennisinstellingen en ESTEC).

De binnen dit onderzoek geïdentificeerde ruimtevaartbedrijven hebben zich in de periode 2014-2018 als volgt ontwikkeld: van 1.750 naar 2.150 FTE (+22%), van € 590 mln. naar € 670 mln. productiewaarde (+13%), van € 215 mln. naar € 230 mln. toegevoegde waarde (+9%). De sector is dus substantieel gegroeid over de jaren. Met name de upstream-bedrijven zijn gegroeid. Merk op dat we voor analysedoeleinden een bedrijf als upstream of downstream hebben geclassificeerd. Wanneer bedrijven door de jaren heen hun activiteiten verleggen (door bijv. meer op downstream te gaan focussen), dan kan dat niet uit deze cijfers afgelezen worden.

Tot slot is het belangrijk te realiseren dat de omzet en werkgelegenheid die voortkomt uit projecten die met ESA of EU-middelen zijn gerealiseerd bij bedrijven en kennisinstellingen zijn verwerkt in bovengenoemde cijfers. De impact en het belang van die programma's voor de Nederlandse industrie en kennisinstellingen is groot. Zoals we in paragraaf 2.5 nog zullen zien, beschouwen Nederlandse ruimtevaartbedrijven het gebrek aan mogelijkheden om mee te doen aan vooral (inter-)nationale programma's als een van de belangrijkste knelpunten voor het verder laten groeien van de ruimtevaartactiviteiten in Nederland.

2.3.2 Indirecte economische betekenis - toeleveranciers

Er zijn meer organisaties die profiteren van de ruimtevaartsector dan alleen de sector zelf. De ruimtevaartbedrijven hebben toeleveranciers buiten de ruimtevaartsector. Dit zijn bijvoorbeeld leveranciers van onderdelen, materialen, diensten (accountants, consultants, financiers), transporteurs, huisvesting, gas, water, licht, etc.

Met behulp van hetzelfde input-output-model dat is gebruikt in de studie uit 2016, komen we tot de volgende indirecte economische impact in 2018:

Tabel 2 Indirecte impact van de ruimtevaartsector in Nederland (2018)

	Productie- waarde (mln. €)	Toegevoegde waarde (mln. €)	Aantal FTE
Upstream	130	60	686
Downstream	242	104	1258
Universitaire onderzoeksgroepen	29	16	205
TNO, NLR, KNMI, SRON, ASTRON	34	19	293
ESTEC (eigen personeel) *	56	30	317
ESTEC (inhuur)*	67	33	388
Totaal	558	262	3146

2.3.3 Indirecte economische betekenis – buitenlandse werknemers en bezoek

De ruimtevaartsector is een internationale sector. Het medewerkersbestand van ESTEC, als onderdeel van het Europese ESA, bestaat voor een groot deel uit buitenlands personeel. Ook bij andere bedrijven in de sector en toeleveranciers aan de sector zijn (zij het in veel in mindere mate) buitenlandse werknemers aanwezig.³⁰

In totaal worden er naar schatting van de 6.034 fulltime banen in de ruimtevaartsector 2.232 ingevuld door buitenlandse werknemers. Dit zijn werknemers die zonder de ruimtevaartsector niet in Nederland gehuisvest zouden zijn. Deze werknemers besteden op hun beurt een groot deel van hun inkomen in Nederland. In de MKBA ruimtevaart van 2016 is ingeschat wat de bestedingen zijn van deze personen. In deze analyse maken we gebruik van dezelfde schattingen, waarbij we corrigeren voor het feit dat mensen een paar jaar later meer inkomen hebben en daarmee wat meer besteden.³¹

Ruim 1.100 mensen hebben hun baan op dit moment indirect te danken aan de bestedingen van deze buitenlandse werknemers, zie onderstaande tabel.

Tabel 3 Impact bestedingen buitenlandse werknemers (2018)

³⁰ Aan het space cluster in Noordwijk is in de loop van 2018 het Galileo Reference Centre toegevoegd dat de kwaliteit van de dienstverlening van het Europese systeem Galileo moet controleren. Ook hier is sprake van toeleveranciers en buitenlands personeel. In de hier gepresenteerde cijfers over 2018 zijn deze aantallen nog niet meegenomen.

³¹ Zie Bijlage 2 voor meer toelichting.

	ESTEC	Overig ³²	Totaal
Aantal werknemers	1821	411	2.232
Beloning buitenlandse werknemers (mln. €)	169	29	197
Waarvan bestedingen in Nederland (mln. €)	130	21	152
Toegevoegde waarde Nederland (direct + indirect, mln. €)	111	19	130
Banen Nederland (direct + indirect, FTE)	962	167	1.129

Met het privébezoek dat de buitenlandse medewerkers ontvangen, vanuit familie- of vriendenkring, gaan bijna 43 duizend overnachtingen gepaard, waarbij de gemiddelde bestedingen in Nederland circa € 140 per overnachting bedragen. De bestedingen van bezoekers komen terecht in de maatschappij. Bezoekers geven daarmee jaarlijks € 6,2 miljoen uit in Nederland. Dit leidt tot een toegevoegde waarde van € 3,9 miljoen (direct + indirect) en 62 FTE aan werkgelegenheid. De horeca is de belangrijkste sector die profiteert van deze bestedingen.

Tabel 4 Impact buitenlands bezoek medewerkers (2018)

		ESTEC	Overig	Totaal
Buitenlandse medewerkers	Aantal	1.821	411	2.232
Bezoek van medewerkers	Overnachtingen	35.083	7.787	42.870
Impact bezoek (mln. € /FTE)	Bestedingen	4,9	1,2	6,1
	Indirecte toegevoegde waarde	3,2	0,7	3,9
	Indirecte werkgelegenheid	50	12	62

Het internationale karakter van de sector is ook terug te zien in het aantal congresgangers en het zakelijk bezoek van over de grens. Het zakelijk bezoek vanuit het buitenland aan de Nederlandse organisaties en ESTEC leidt tot circa 45.000 zakelijke overnachtingen op jaarbasis.³³ De bestedingen van deze zakelijke buitenlandse bezoekers bedragen circa € 15,5 miljoen. Dit leidt tot een toegevoegde waarde van € 11,0 miljoen en 168 banen.

Tabel 5 Impact zakelijk bezoek & congresbezoek (2018)

	ESTEC	Overig	Totaal
Overnachtingen	17.491	27.445	44.936
Bestedingen (mln. €)	6,0	9,5	15,5
Indirecte toegevoegde waarde (mln. €)	4,3	6,7	11,0

³² Onder de categorie 'Overig' vallen- ook in tabel 4 - upstream en downstream bedrijven, universitaire onderzoeksgroepen en kennisinstellingen.

³³ Merk op dat het hier gaat om [1] *overnachtingen* en niet om bezoek, en [2] dat het gaat om *internationale* zakelijke bezoekers, en niet om de nationale bezoekers. Op basis van enquêteresultaten uit eerder uitgevoerd onderzoek naar internationale en intergouvernementele organisaties (IGO) uit 2013, bleek dat ESTEC 17 duizend internationale gasten had ontvangen, die gemiddeld 1 nacht verbleven. Op basis van dezelfde verhoudingsgetallen is het nieuwe aantal overnachtingen geschat.

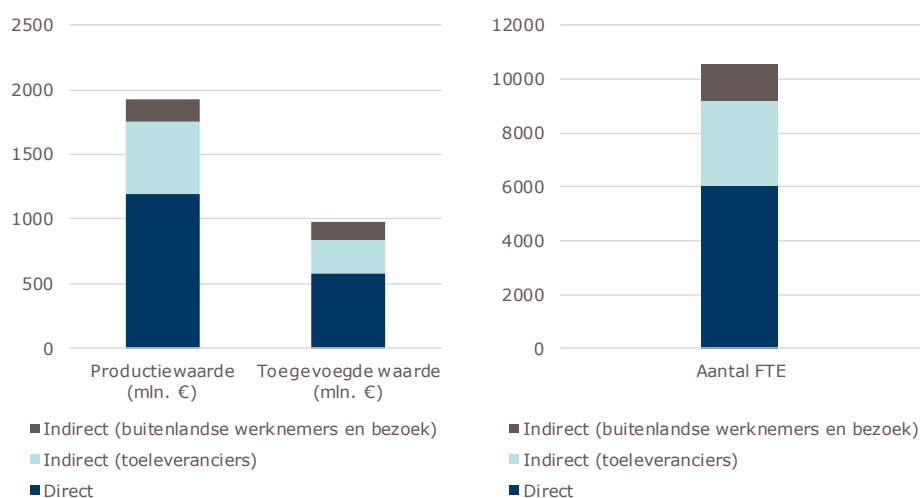
2.3.4 Totale directe en indirecte bijdrage ruimtevaartsector

We hebben drie verschillende typen economische bijdragen van de ruimtevaart beschreven: de directe economische impact, de indirecte economische impact via toeleveranciers, en de indirecte economische impact via buitenlandse werknemers en bezoek.

Deze drie tezamen schetsen de schatting van de (nauwe) economische impact van de ruimtevaartsector. Hieronder zijn alle cijfers gecombineerd in één overzicht.

Tabel 6 Overzicht economische effecten ruimtevaart (2018)

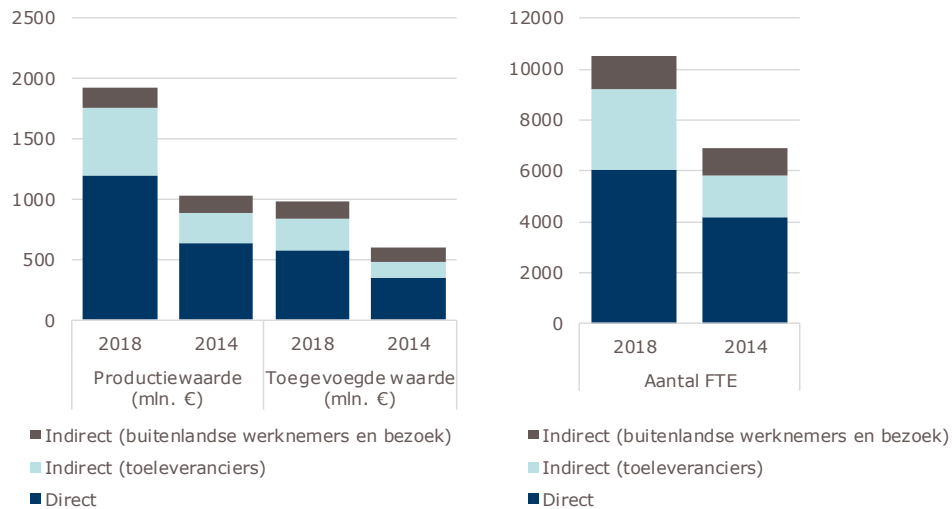
	Productiewaarde (mln. €)	Toegevoegde waarde (mln. €)	Aantal FTE
Direct	1.194	574	6.034
Indirect (toeleveranciers)	558	262	3.146
Indirect (buitenlandse werknemers en bezoek)	173	145	1.358
Totaal	1.925	981	10.538



2.3.5 Reflectie op resultaten en verschillen met de studie uit 2016

In deze sectie blikken we kort terug op de resultaten uit het voorgaande onderzoek uit 2016, en reflecteren we op de gevonden verschillen met de resultaten in het huidige onderzoek.

Uit de studie in 2016 bleek dat de Nederlandse ruimtevaart in 2014 goed was voor een kleine 7000 FTE aan werkgelegenheid en een productiewaarde van € 1.030 miljoen. Figuur 3 geeft de uitkomsten van dit voorgaande onderzoek grafisch weer.



Figuur 3 Economische foto van de ruimtevaartsector in 2018 en 2014: uitkomsten van beide onderzoeken naast elkaar. Bron: Dialogic en Decisio (2016) en Dialogic (2020)

In de huidige studie komen we voor 2018 uit op circa 10.500 FTE en € 1.900 miljoen productiewaarde. De verklaring voor de hogere cijfers in deze studie is tweeledig. Enerzijds observeren we simpelweg een economische groei van de ruimtevaartsector. Anderzijds hebben we door een meer verfijnde onderzoeksmethodiek een vollediger en accurater beeld van de ruimtevaartsector gekregen. We hebben meer ruimtevaartorganisaties in beeld en hebben accuratere cijfers over de economische kengetallen. Meer specifiek zien wij de volgende verklaringen voor de verschillen, inclusief ons oordeel over hun respectievelijke impact op de totaalcijfers:

- Beperkte impact.** Het aantal wetenschappers bij universitaire onderzoeksgroepen is groter dan in de studie uit 2016. We hebben een vollediger en accurater beeld van het aantal wetenschappers dat werkt aan de ruimtevaart, doordat er een uitvoerige inventarisatie is uitgevoerd ten aanzien van alle relevante onderzoeksgroepen binnen Nederland. Er zijn nu 35 onderzoeksgroepen meegenomen, terwijl er in de voorgaande studie voor deze categorie is gekeken naar drie universiteiten, waar 9 van de 35 onderzoeksgroepen nu aan toegekend kunnen worden. De scope van universitaire onderzoeksgroepen is in deze studie dus verbreed en vollediger geworden. Daarnaast zijn in de voorgaande studie SRON en ASTRON onder wetenschap geschaard, terwijl deze nu samen met TNO, NLR en KNMI onder instituten geschaard zijn. Door deze organisaties separaat naast de universitaire onderzoeksgroepen te presenteren is er ook een modificatie met tegengestelde richting doorgevoerd. Belangrijk is om op te merken is dat een vergelijking tussen 2016 en 2020 op het gebied van wetenschap niet zomaar gemaakt kan worden (men zou op organisatie-niveau moeten kijken).
- Beperkte impact.** ESTEC is licht gegroeid.
- Beperkte impact.** De instituten en het aantal werknemers (FTE) dat werkzaam is beter in beeld gebracht. Ook hier geldt dat de cijfers niet 1-op-1 vergelijkbaar zijn met de studie uit 2016, omdat de instituten in 2016 waren verdeeld over 'onderwijs/wetenschap', 'overig' en 'upstream'.
- Gemiddelde impact.** De loonkosten zijn gestegen en daarmee zijn de productiewaarde en toegevoegde waarde per FTE gestegen.

- *Aanzienlijke impact.* De methodologie om de economische kengetallen van de ruimtevaartbedrijven (upstream en downstream) te bepalen is verbeterd. In 2016 is op basis van de respons op een survey een inschatting gemaakt voor de economische kengetallen. Voor de bedrijven die hadden gereageerd waren weliswaar cijfers beschikbaar, maar voor alle bedrijven die niet hadden gereageerd moest er geschat worden. Gezien de situatie op dat moment was dat de meest logische route. In dit onderzoek hebben we een methodologische verbetering doorgevoerd. We hebben samen met o.a. NSO een lijst samengesteld van de ruimtevaartbedrijven in Nederland. Deze lijst is omvangrijker dan de lijst in 2016. Vervolgens hebben we voor deze lijst bedrijven de Kamer-van-Koophandel-nummers handmatig opgezocht en deze gekoppeld aan data binnen de CBS-omgeving. Zo hebben we bijvoorbeeld daadwerkelijke registerdata over de productiewaarde kunnen gebruiken, in plaats van het moeten maken van schattingen op basis van surveys. Op basis van de nieuwe cijfers concluderen we dat er in de voorgaande studie een forse onderschatting is gemaakt van de economische bijdrage van ruimtevaartbedrijven. Met name de omvang van de downstream in 2014 was, gezien de inzichten van nu, fors onderschat.
- *Gemiddelde impact.* Met behulp van de nieuwe methodologie (zie voorgaand punt) zijn we ook in staat om met terugwerkende kracht te kijken wat de kengetallen voor ruimtevaartbedrijven (upstream en downstream) waren in 2014. Binnen deze nieuwe methodologie zien we dat ruimtevaartbedrijven een flinke groei hebben doorgeemaakt (400 FTE en € 70 miljoen productiewaarde, zie Figuur 2). Een belangrijke methodologische kanttekening hierbij is dat we de sector zoals experts hem vandaag de dag kennen als uitgangspunt genomen hebben, en deze met terugwerkende kracht tot 2014 bekeken hebben. Dat betekent dat eventuele bedrijven die in 2014 nog wél bestonden, maar in 2018 niet meer, niet opgenomen zijn in de cijfers.

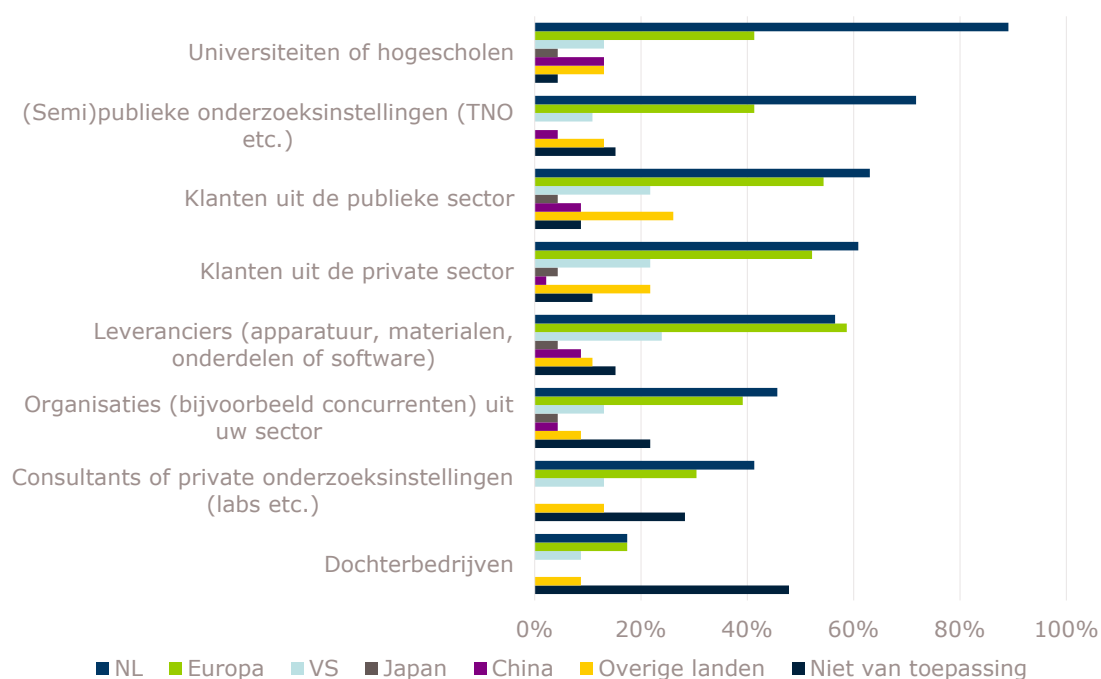
Naast het feit dat de nieuwe methodologie dus een completer beeld geeft van de ruimtevaartsector en daarmee ook grotere economische kengetallen oplevert, zien we ook een daadwerkelijke groei van de ruimtevaartsector. Hoewel niet alle categorieën 1-op-1 vergelijkbaar zijn met de studie van 2016, lijkt er over de gehele linie van de ruimtevaartsector wel sprake te zijn geweest van een groei. Binnen de gebruikte cijfers lijkt de groei met name in de upstream te zitten, maar hierbij willen we meteen opmerken dat er een methodologische uitdaging is ten aanzien van de attributie aan upstream en downstream; indien een bedrijf actief was in beide sectoren, zijn de bijdragen toegekend aan de upstream (om dubbelstellingen te voorkomen), maar betekent dit inherent ook dat de downstream enigszins onderschat kan worden en dat de groei in realiteit met name in de downstream zit. Op basis van de analyse op de CBS-data zijn hier dus moeilijk conclusies uit te trekken. Uit gesprekken met partijen uit het veld komt naar voren dat de upstream vrij stabiel is, en dat de ontwikkeling met name in de downstream zit.

De bredere economische (en maatschappelijke) betekenis van de ruimtevaart manifesteert zich voor een groot deel middels de toepassingen van producten en diensten die door de ruimtevaartsector geproduceerd worden. Deze komen in hoofdstuk 3 aan bod.

2.4 De ruimtevaartsector als onderzoeks- en innovatie-ecosysteem met wetenschappelijk fundament

De betekenis van de ruimtevaart in puur economische zin (zie voorgaande paragraaf) stoelt in belangrijke mate op de in Nederland aanwezige kennisbasis in dit domein³⁴ en de kennisdeling en samenwerking op innovatiegebied die plaatsheeft tussen bedrijven en kennisinstellingen. De ruimtevaartindustrie heeft dan ook een sterk wetenschappelijk karakter. Dit komt ook naar voren uit de survey. Driekwart van de respondenten beschouwt het geven van presentaties en workshops op (internationale) congressen en bijna tweederde het publiceren van onderzoek in wetenschappelijke of vaktijdschriften als (zeer) belangrijk. Bovendien gaven meerdere bedrijven in de toelichting aan betrokken te zijn bij opleidingen middels het faciliteren van (gast)colleges, stageplekken en promotieonderzoek. Verder gaven meerdere bedrijven trainingen en masterclasses.

Dit wetenschappelijke karakter blijkt ook uit de mate waarin samengewerkt wordt op het gebied van innovatie, zie Figuur 4. Van de 47 deelnemende bedrijven geven 41 aan met Nederlandse universiteiten en hogescholen samen te werken voor innovaties. Bovendien werken 33 bedrijven samen met (semi)publieke onderzoeksinstituten zoals TNO, SRON, RIVM, etc. Opvallend hierbij is dat de samenwerking zich met name binnen Nederland en Europa bevindt, waarbij enkel de samenwerking met leveranciers van apparatuur, materialen, onderdelen of software door meer bedrijven op Europees vlak dan op Nederlands vlak plaatsvindt. Samenwerkingen met bedrijven of instellingen uit grote economieën als de Verenigde Staten, Japan en China vinden echter bij slechts enkele bedrijven plaats.



Figuur 4 Respons op de vraag "Heeft uw organisatie in de afgelopen drie jaar (sinds 2017) samengewerkt met andere (internationale) instellingen of ondernemingen op het gebied van innovatie?" Figuur gesorteerd naar mate van samenwerking binnen Nederland (n=45).

³⁴ Uiteraard geldt dat de in Nederland aanwezige wetenschappelijke kennis op ruimtevaartgebied ook haar eigen intrinsieke waarde heeft, los van de economische waarde ervan.

Ten slotte werden bedrijven bevestigd op de belangrijkste kanalen die werden gebruikt om nieuwe wetenschappelijke inzichten te verwerven. Hier werden de samenwerking in gezamenlijke R&D-projecten en informele contacten met wetenschappers als de meest belangrijke kanalen ervaren. Bijna de helft van de bedrijven zag (deel)aanstellingen op universiteiten en hogescholen alsook gedeelde onderzoeksfaciliteiten bovendien als enigszins tot zeer belangrijk.

Kortom, het belang van een goed wetenschappelijk fundament en voldoende kennisuitwisseling en samenwerking bij innovaties tussen bedrijven en kennisinstellingen is evident.

2.5 Gepercipieerde kansen, bedreigingen en knelpunten in de economische doorontwikkeling van de ruimtevaartsector

Naast vragen over het onderzoeks- en innovatie-ecosysteem, hebben respondenten ook vragen over de toekomstige kansen, bedreigingen en ervaren knelpunten in de ruimtevaartsector beantwoord. De kansen, bedreigingen en knelpunten voor de doorontwikkeling van de ruimtevaartsector liggen meer op het economisch-technologisch en maatschappelijk perspectief dan het wetenschappelijk perspectief.

Als belangrijkste kans voor de ruimtevaartsector wordt de toename van (kleine) satellieten genoemd. Dit biedt zowel kansen voor de upstream-kant van de sector (in een toename aan lanceringen en benodigde componenten), als de downstream-kant van de sector (bijvoorbeeld in een toename van aardobservatiedata). Tegelijkertijd bieden ontwikkelingen in dataverwerking, bijvoorbeeld op het gebied van machine learning, kansen voor het steeds beter gebruiken en toepassen van satellietdata.

Op maatschappelijk vlak zijn de maatschappelijke uitdagingen een kans voor de sector, waarbij satellietobservaties bij uitstek geschikt zijn voor het monitoren van bijvoorbeeld klimaatverandering en de effecten hiervan. Hierbij zijn de politieke ambities op nationaal en Europees niveau van belang in de ontwikkeling van missies en strategieën die leiden tot investeringen. Zo noemden meerdere respondenten de groeiende interesse in ruimtevaarttoepassingen vanuit defensie een kans voor de sector. Naast deze publieke toepassingen zijn ook private toepassingen een genoemde kans, die kunnen leiden tot een meer commercieel actieve sector.

Het belang van private toepassingen blijkt eveneens uit de genoemde bedreigingen, waar bovendien ook gebrek aan politieke ambities op nationaal niveau wordt genoemd. Volgens meerdere respondenten haalt Nederland te weinig return uit ESA-deelname. Hier wordt vooral verwezen naar de in internationaal vergelijk bescheiden Nederlandse bijdrage aan ESA. Uit een analyse van NSO over de periode 2015-2018 blijkt immers dat Nederland, ten dele dankzij ESTEC, juist een bovengemiddeld hoge "geo return" haalt uit een in internationaal perspectief bescheiden ESA-bijdrage.³⁵ Deze zorg hangt samen met de meest genoemde bedreiging, te weten een gebrek aan financiële middelen, waarbij zowel de wens wordt geuit dat er meer middelen vanuit de overheid als vanuit de marktsector beschikbaar komen.

Als bedreiging wordt verder de concurrentie met buitenlandse bedrijven genoemd (met al dan niet meer ambitieuze buitenlandse overheden die investeren in hun nationale ruimtevaartsector). Deze concurrentie speelt echter ook op nationaal niveau: volgens respondenten uit het bedrijfsleven is concurrentie met kennisinstellingen ook een mogelijke bedreiging, omdat deze een sterker profiel hebben bij de overheid. Hoewel uit de vorige paragraaf (2.4)

³⁵ Zie referentie voetnoot 11.

bleek dat voor wat betreft kennisdeling er een sterke verwevenheid is tussen de ruimtevaartsector en kennisinstellingen, lijkt het er ook op dat sommige bedrijven de toegepaste kennisinstellingen als marktverstoring ervaren.

De ervaren knelpunten hangen in grote mate samen met de genoemde bedreigingen, zie Figuur 5. Als meest ervaren knelpunt in de doorontwikkeling van de sector wordt de gepercipieerde onvoldoende ondersteuning vanuit de overheid genoemd, hetgeen zowel betrekking kan hebben op beleid als op financiële middelen. Het huidige investeringsklimaat - samenhangend met voorgaande punt - wordt eveneens vaak als knelpunt ervaren.³⁶ Ook wordt het gebrek aan mogelijkheden om mee te doen in (inter-)nationale programma's relatief vaak genoemd. Dit is een terugkerend thema en kwam eerder al naar voren uit het persbericht dat SpaceNed - de brancheorganisatie voor de Nederlandse ruimtevaartsector - deed uitgaan naar aanleiding van de Nota Ruimtevaartbeleid in juni 2019. Hierin geeft SpaceNed aan dat Nederland als het gaat om de bijdrage aan de optionele programma's van ESA de 18^e plaats inneemt (van de in totaal 22 landen die in ESA deelnemen).³⁷



Figuur 5 Respons op de vraag "Heeft u een of meerdere knelpunten ervaren die de groei van de ruimtevaart activiteiten van uw organisatie in Nederland belemmeren?" (n=45)

Ten slotte ervaart een derde van de bedrijven de beschikbaarheid van gekwalificeerd personeel als een knelpunt. Dit benadrukt ook weer het belang van de samenwerking met de kennisinstellingen voor de opleiding van kwalitatief hoogwaardig personeel. Ondanks deze

³⁶ Overigens zijn er ook zeker voorbeelden van bedrijven die (desondanks) erin slagen financiering aan te trekken, getuige de financiering die bijvoorbeeld succesvolle Nederlandse ruimtevaartbedrijven als VanderSat en Hiber voorjaar 2020 wisten aan te trekken.

³⁷ Zie <https://www.spacened.nl/nieuws/publicaties/73-persbericht-hou-de-vaart-in-de-ruimtevaart>. SpaceNed pleit voor een verdubbeling van de Nederlandse bijdrage en geeft daarbij aan dat ook andere departementen dan EZK en OCW kunnen bijdragen aan wat genoemd wordt een "strategische hightech infrastructuur naar en in de ruimte, die voor bijna alle economische en maatschappelijke processen op aarde onmisbaar is".

knelpunten, is er geen sprake van een directe uittocht van bedrijven; 80% van de respondenten geeft aan geen plannen te hebben voor verplaatsing naar het buitenland. Echter, er zijn wel degelijk individuele bedrijven die dit wel overwegen of tenminste overwegen hun verdere groei vooral elders te laten plaatsvinden in landen waar de ruimtevaartsector ruimhartiger wordt gefaciliteerd.

3 Maatschappelijke betekenis ruimtevaarttoepassingen

In dit hoofdstuk staan we vooral stil bij de bredere maatschappelijke betekenis van ruimtevaart voor Nederland. Eerst bespreken we de vier wegen waarlangs de betekenis van ruimtevaart tot uiting komt (paragraaf 3.1). Vervolgens gaan we in op de meerwaarde van ruimtevaart in een zestal maatschappelijke domeinen. Dit is nadrukkelijk geen uitputtend overzicht, maar vooral een illustratie van het grote aantal toepassingen van ruimtevaart (nu en in de nabije toekomst) dat binnen handbereik is c.q. reeds beschikbaar is (paragraaf 3.2). Tot slot komen de belangrijkste kritische succesfactoren voor het realiseren van ruimtevaarttoepassingen zoals die door spelers in elk van de zes domeinen (in interviews en workshopsessies) naar voren zijn gebracht aan de orde (paragraaf 3.3).

3.1 Vier wegen waarlangs ruimtevaart maatschappelijke meerwaarde genereert

De maatschappelijke meerwaarde komt in dit hoofdstuk via vier verschillende typen ruimtevaarttoepassingen tot uiting, te weten benutting van ruimtevaarttechnologie elders in de economie, satellietnavigatie, satellietcommunicatie en aardobservatie. Voor veel van de toepassingen die de laatste drie mogelijk maken geldt dat ruimtevaarttechnologie “onder de motorkap zit” of deze toepassingen mogelijk maakt.

De eerste en wellicht meest traditionele manier om te kijken naar de meerwaarde van ruimtevaart is door te kijken naar de directe spin-off van ruimtevaarttechnologie zelf. Technologieën, materialen en producten die ontwikkeld zijn om te functioneren onder extreme omstandigheden in de ruimte sijnpen door naar allerhande technologieën en toepassingen op aarde. Zo zijn bijvoorbeeld zonnepanelen, exoskeletten, optische instrumenten, veel brandwerende materialen, luchtbehandelingstechnieken en ook telecommunicatietechnieken over zeer lange afstanden ontwikkeld voor en in de eerste plaats beproefd in de ruimtevaart.³⁸

PNT-diensten, zogenaamde plaatsbepaling, navigatie en tijdsbepaling diensten (beter bekend als satellietnavigatie of als GPS), zijn in essentie een nutsvoorziening die hele sectoren faciliteert door de systeemsynchronisatie die ze mogelijk maakt. Daarmee vormt ze de basis van bijvoorbeeld systemen voor wereldwijde communicatie, stroomvoorziening, transacties in de financiële wereld (waar exacte tijdsbepaling bijvoorbeeld van cruciaal belang is). Ook toepassingen waaraan nu volop wordt gewerkt als smart grids, IoT, 5G netwerken en autonome voertuigen worden gefaciliteerd door PNT-systemen. Uiteraard spelen PNT-diensten ook een grote rol in de transportsector zelf, bijvoorbeeld tracking & tracing van goederen of de ontwikkeling van multi-synchroon transport. PNT-diensten maken ook minder zakelijke toepassingen mogelijk, zoals Strava voor het delen van prestaties van hardlopen of fietsen, maar ook bijvoorbeeld Pokémon GO en afgeleide spellen waarbij virtuele prijzen en spellen

³⁸ In OECD (2019), *The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy*, OECD Publishing, Paris, zijn niet alleen veel voorbeelden opgenomen van technologieën en toepassingen die oorspronkelijk zijn ontwikkeld ten behoeve van de ruimtevaart, maar elders hun toepassing hebben gekregen (opvallend veel in toepassingen Health and Medicine), maar wordt ook aangegeven dat technology transfers en commercialisation (TTCs) van ruimtevaartprogramma's vooropgezet zijn en actief worden ingezet om opbrengsten van investeringen in ruimtevaart te verhogen (pp. 53-58).

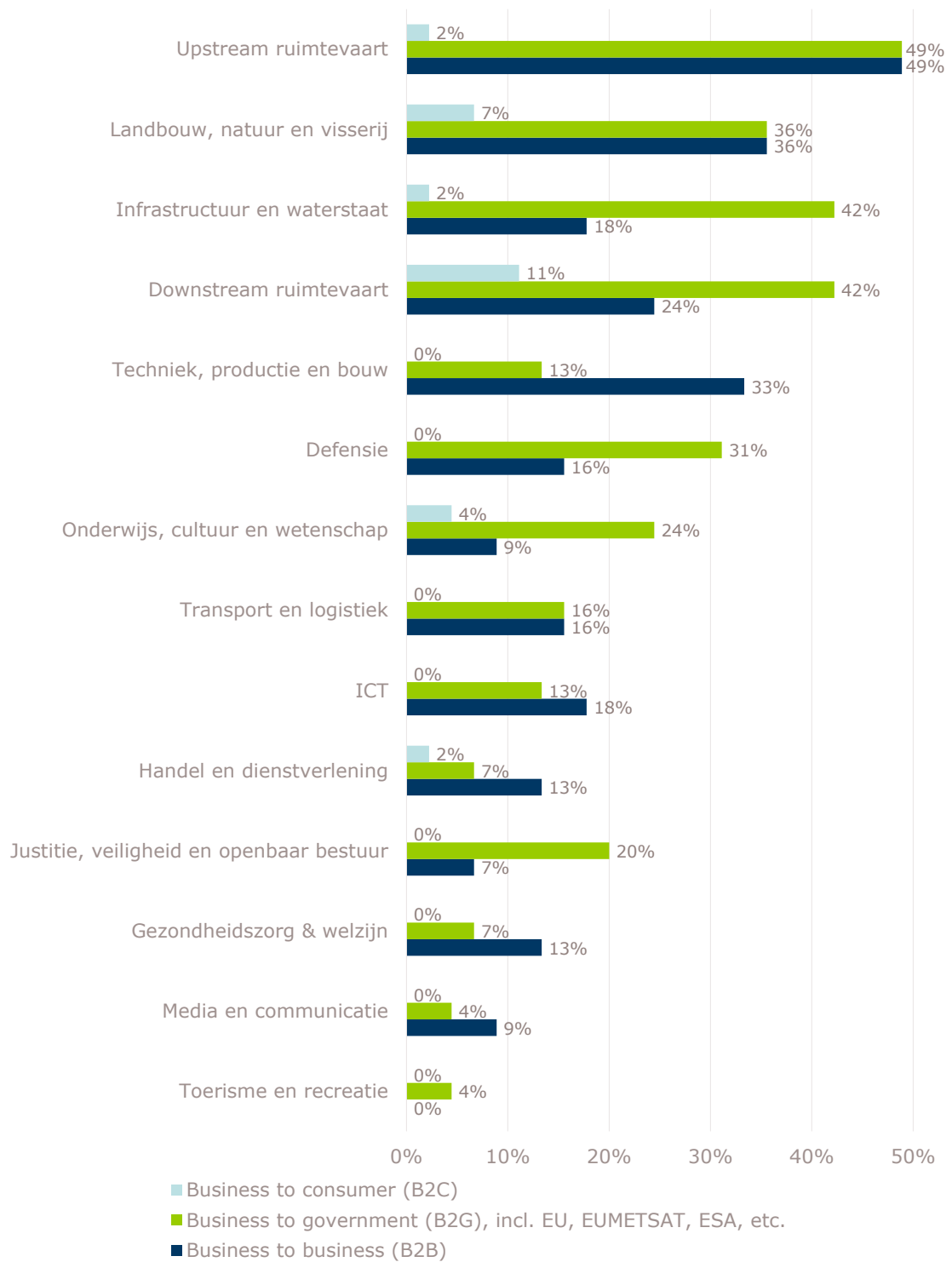
verborgen en gevonden kunnen worden. Met Galileo heeft Europa nu een eigen satellietnavigatiesysteem dat nauwkeuriger is dan het tot dusver overwegend gebruikte (Amerikaanse) GPS. Volgens ESA vertrouwt inmiddels ongeveer 6-7% van het Europese bbp op satellietnavigatie (dit zou overeenkomen met meer dan € 800 miljard per jaar). Er zijn ook studies die uitgaan van percentages van 10% en hoger.³⁹

Op een vergelijkbare manier speelt satellietcommunicatie een belangrijke rol voor zakelijke en wetenschappelijke doeleinden, naast satelliet TV, de grootste satcom toepassing. Het is een alternatief voor communicatie middels aardse netwerken. Er zijn grote gebieden (dunbevolkte gebieden, open zee, de ruimte zelf) waar geen aardse netwerken voorhanden zijn en satellietcommunicatie de enige communicatiemogelijkheid is. Ook organisaties die wereldwijd onder lastige omstandigheden moeten opereren als Artsen Zonder Grenzen en het Rode Kruis zijn gebaat bij satellietcommunicatie. Door de sterke vaste en mobiele telecomnetwerken in Nederland is de meerwaarde van satellietcommunicatie binnen Nederland beperkt. Echter, satellietcommunicatie heeft wereldwijd op diverse gebieden grote meerwaarde. Zo maakt Defensie op grote schaal gebruik van satellietcommunicatie om communicatie onder alle omstandigheden mogelijk te maken, maar bijvoorbeeld ook voor geleide wapens. De verwachting is dat het belang van satellietcommunicatie en varianten daarvan zoals laser-satellietcommunicatie – waarin Nederland een vooraanstaande technologische positie heeft – sterk aan belang zullen winnen (bijvoorbeeld ook als exportproduct). Daarbij moet ook gedacht worden aan IoT-diensten (waarin het snelgroeiende Nederlandse ruimtevaartbedrijf Hiber bijvoorbeeld is gespecialiseerd), de sterk toenemende behoefte aan breedbandig internet, de link met quantum communicatie, etc.

Aardobservatie middels satellieten en de satellietdata die dit genereert is een vierde en laatste manier waarop de meerwaarde van ruimtevaart tot uiting komt. Een heel bekende, maar sterk ondergewaardeerde toepassing is de weersvoorspelling die inmiddels voor 80% is gebaseerd op satellietdata. Zoals we hieronder nog zullen zien spelen satellietdata in tal van maatschappelijke domeinen een rol, variërend van voedselvoorziening, biodiversiteit, inzicht in luchtkwaliteit, het in de gaten houden van verschillende infrastructuren (waterwegen, wegen en kunstwerken, spoor, gasleidingen) tot volksgezondheid. De snelle toename van het aantal en variëteit in satellieten, ook door commerciële aanbieders, in combinatie met de toegenomen resoluties maken ook hier dat de mogelijkheden legio zijn.

In de survey is aan bedrijven uit de ruimtevaartsector bevestigd wat zij zagen als mogelijke toepassingen voor het bedienen van de markt. In Figuur 6 is te zien dat bijna de helft van de bevestigde bedrijven klanten bedient met betrekking tot upstream, zowel aan andere bedrijven als aan de overheid, wat voornamelijk betrekking heeft op ruimtevaarttechnologie. Respondenten konden meerdere domeinen selecteren en per domein meerdere doelgroepen (B2C, B2G, B2B). De beschreven percentages geven aan hoeveel respondenten elke antwoordoptie kozen. Deze figuur geeft zo een beeld van waar de sector reeds een toepassingsmarkt bedient. De belangrijkste toepassingsgebieden zijn verder landbouw, natuur en visserij en infrastructuur en water. Deze domeinen werden ook genoemd bij bevestiging onder bedrijven onder toepassingen van ruimtevaart die zijn doorgedrongen tot de maatschappij. Toepassingen die regelmatig werden genoemd hadden betrekking op het monitoren van een gebrek of te veel aan water, monitoren van mutaties aan het landschap of infrastructuur, en ondersteuning van boeren door precisielandbouw.





³⁹ <https://blogs.esa.int/space19plus/nl/programmes/de-toekomst-van-navigatie/>



Figuur 6 Respons op de meerkeuzevraag "Uit welke sectoren en segmenten zijn uw klanten afkomstig?"
 Figuur gesorteerd van meer naar minder bediende markten (n=45)

3.2 Meerwaarde van ruimtevaarttechnologie in zes domeinen

Nederland heeft als onderdeel van het missiegedreven innovatiebeleid in totaal 25 missies geformuleerd. Middels interviews en workshops hebben we in zes maatschappelijke domeinen met betrokken spelers uit die domeinen gekeken naar concrete toepassingen en trends daarin. Deze zes maatschappelijke domeinen zijn 1) landbouw & voedsel; 2) milieu, klimaat & duurzaamheid; 3) water & infrastructuur; 4) transport & logistiek; 5) defensie & veiligheid; en 6) volksgezondheid & welzijn. In deze paragraaf introduceren we de zes domeinen – elk verbonden met een of meerdere missies uit het missiegedreven innovatiebeleid - en de ruimtevaarttoepassingen die daar nu of binnen afzienbare termijn (periode tot 5 jaar) een rol (kunnen) spelen. Onderstaande overzichtsfiguur geeft hiervan in vogelvlucht een beeld. Voor alle toepassingen geldt dat een belangrijke trend in toepassingen is dat data aan de grond, satellietdata en modellen vaker worden gecombineerd.

	Domein	Maatschappelijke uitdagingen	Voorbeelden van (mogelijke) toepassingen	Trends in toepassingen
	Landbouw & Voedsel	Duurzaamheid, voedselveiligheid, voedselzekerheid	<ul style="list-style-type: none"> • Precisielandbouw • Controles t.b.v. landbouwsubsidies en duurzame productie • Identificeren en monitoren landschapselementen • Begeleiding teelten, inzicht in schades en toezicht duurzame productie 	Van controleren en monitoren naar voorspellen en waarschuwen. Meer aandacht voor complete wereldwijde voedselketen. Inzet AI.
	Water & Infrastructuur	Veiligheid, duurzaamheid en klimaatbestendigheid stedelijk en landelijk gebied	<ul style="list-style-type: none"> • In kaart brengen/monitoren waterkwantiteit, -kwaliteit en -veiligheid • In kaart brengen verzakking infrastructuur bv. dijken, gasleidingen (van belang voor aanleg, onderhoud en (preventieve) vervanging) • Vaststellen zeespiegelrijzing 	Gerichtere en continue inspecties en beter voorspellen. Hogere resoluties.
	Defensie & Veiligheid	Internationale vrede en veiligheid, veiligheid in en vanuit de ruimte, aanpak georganiseerde criminaliteit, bescherming tegen natuurrampen	<ul style="list-style-type: none"> • Wereldwijde telecommunicatie met bondgenoten • Exacte locatie- en tijdreferenties t.b.v. operaties • Monitoren effecten van ruimteweer • Identificatie milieucriminaliteit • Ondersteunen inzet van hulpverleningsdiensten bij calamiteiten • Informatie aanleveren voor voorkomen/bestrijden van natuurrampen 	Verschuiving naar early warning en voorspellen. Inzet microsattelieten. Best mogelijke informatievoorziening veiligheidsprofessional op de grond. Gebruik tijdreeksen/historische data.
	Milieu, Klimaat & Duurzaamheid	Circulariteit, duurzaam landgebruik, biodiversiteit, milieuvervuiling, CO2-vrij elektriciteitssysteem	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoren veranderende leefomgeving bv land- en ruimtegebruik • In beeld brengen broeikasgassen, fijnstof en stikstofemissies • Identificeren van locaties voor windmolens en zonnepanelen • Monitoring naleving internationale verdragen op gebied van milieu, klimaat en duurzaamheid 	Mondiaal en consistent beeld door de tijd. Inzicht in individuele vervuilingbronnen als centrales en zeeschepen
	Transport & Logistiek	Duurzaam, veilig en autonoom transport. Efficiënte logistiek	<ul style="list-style-type: none"> • Satellietnavigatie voor vliegtuigen en zeeschepen • Precieze tracking & tracing in logistieke ketens • Autonoom rijden • Monitoren toestand transportcorridors 	Nog beter benutten real-time data voor veilig (en efficiënt) rijden, vliegen en varen. Synchromodaal vervoer.
	Volksgesondheid & Welzijn	Tegengaan ongezonde leefomgeving & levensstijl. Terugdringen verspreiding besmettelijke ziekten	<ul style="list-style-type: none"> • Weers- en luchtkwaliteitsvoorspelling • Monitoren verspreiding besmettelijke ziekten • Monitoren kwaliteit leefomgeving (water-, bodem- en luchtkwaliteit) • Monitoren veranderende leefomgeving (hitte eilanden, blauwalg, ongedierte) 	Hogere resoluties in monitoring kwaliteit van leefomgeving (lucht, water, bodem).

Figuur 7 Meerwaarde van ruimtevaarttechnologie in zes domeinen

3.2.1 Domein Landbouw & Voedsel

In dit domein zijn duurzaamheid, voedselveiligheid en voedselzekerheid belangrijke aandachtspunten. Er zijn ambities voor de Nederlandse landbouw en voedselvoorziening, maar ook voor de wereldwijde ontwikkeling van de landbouw en voedselveiligheid en zekerheid. Wellicht het bekendste voorbeeld van toepassingen in dit domein is precisielandbouw. Met behulp van satellietdata kunnen mutaties in het veld worden waargenomen om vervolgens zo gericht en effectief mogelijk gewasbeschermingsmiddelen, irrigatie, bemesting en eventueel ziektebestrijdingsmiddelen te kunnen inzetten. Dit is een toepassing die primair boeren zelf aangaat. Echter uitvoeringsorganisaties als NVWA en RVO (als uitvoerder van veel landbouwsubsidiemaatregelen) hebben momenteel ook al baat bij satellietdata. Zo wordt satellietdata ingezet bij het vaststellen en monitoren van het landbouwareaal in Nederland en bij de inzet van landbouwsubsidies om te controleren of de voorgestelde landbouwmaatregelen worden nageleefd. Daarbij wordt bijvoorbeeld gekeken of zogenaamde 'vanggewassen' tijdig zijn gezaaid, de maaivelddatum wordt uitgesteld, bloemrijke akkerlanden zijn gerealiseerd of boeren op de juiste momenten de waterstand op hun percelen hebben verhoogd. Ook bij het ministerie van LNV wordt satellietdata ingezet om het landbouwbeleid te ondersteunen en vorm te geven, bijvoorbeeld in de verduurzaming van de landbouw en in het belang van biodiversiteit en natuurbehoud. Recentelijk worden kleine landschapselementen in het kader van het behoud van het Nederlandse cultuurlandschap vanuit de ruimte geïdentificeerd en bijgehouden. Via deze weg wordt een bijdrage geleverd aan de Monitor Landschap.

Uiteraard geldt dat de landbouw ook gebaat is bij een gedetailleerd inzicht in processen van verdroging en vernatting, bijvoorbeeld om strategieën te ontwikkelen om in gebieden die gekenmerkt worden door verdroging zoet water langer vast te houden. Satellietdata bieden bijvoorbeeld gedetailleerde verdampingsdata of juist beelden van overstromingen die hierbij behulpzaam zijn.

In ontwikkelingslanden worden satellietdata op heel andere manieren gebruikt, juist omdat daar geen alternatieve structuren (aardse meetnetten, gedetailleerde administraties, inspecties en ondersteunende diensten) voorhanden zijn. Satellietbeelden worden niet zozeer ingezet om afwijkingen van de norm of bekende situatie te beoordelen (exceptieanalyse), maar zijn de enige methode om sowieso inzicht te krijgen en patronen te herkennen. Satellietbeelden kunnen bijvoorbeeld behulpzaam zijn om individuele boeren te ondersteunen bij het tijdig zaaien of oogsten, anderszins teelten te begeleiden of inzicht te krijgen in schades. Ook kredietverstrekkers en verzekeraars zijn gebaat bij dergelijke informatie en kunnen met behulp van satellietdata hun producten beter afstemmen op de doelgroep.⁴⁰ Satellietbeelden bieden ook mogelijkheden om de tracering van producten bij te houden en bijvoorbeeld internationale certificering mogelijk te maken (duurzame productie).

Kijken we naar de bedrijfsprocessen waarvoor vooral satellietdata worden ingezet, dan wordt (naast identificeren en monitoren) het voorspellen steeds belangrijker. Zo maakt RVO, samen met de andere betaalorganen in Europe in het kader van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB), steeds meer gebruik van aardobservatie ten behoeve van de administratieve lastenvermindering voor de boeren en wil RVO toewerken naar een subsidiesysteem waarbij boeren de subsidie niet meer hoeven aan te vragen. Ook zullen

⁴⁰ Het omvangrijke programma G4AW dat door het Ministerie van Buitenlandse Zaken is gefinancierd heeft hier evident een belangrijke rol gespeeld en ook Nederlandse makers van toepassingen van satellietdata de mogelijkheid geboden nieuwe diensten te ontwikkelen en aan te bieden, zie <https://g4aw.spaceoffice.nl/en/>.

naar verwachting satellietdata vaker gecombineerd worden met data “aan de grond” en samen gebruikt in modellen. De uitdaging is om boeren niet alleen inzicht te geven, maar ook concreet advies hoe te handelen op basis van de bevindingen. De verwachting is dan ook dat met behulp van AI-technieken satellietbeelden ook vaker geautomatiseerd kunnen worden geïnterpreteerd. Juist inzet AI-technieken en patroonherkenning die hiermee samengaat moet de brug naar concrete handelingsperspectieven voor boeren, (digitaliserende) overheidsinstanties en andere stakeholders helpen slechten.

3.2.2 Domein Water & Infrastructuur

In dit domein gaat het om veiligheid, duurzaamheid en klimaatbestendigheid. Water is traditioneel in Nederland een gebied waar veel aandacht is voor innovatie en de waterschappen spelen daarbij een sleutelrol. Er zijn hier diverse toepassingsmogelijkheden voor satellietdata. Vooral verdroging, van invloed op veel verschillende zaken zoals verzakking van dijken, natuurbeheer, mogelijkheden voor binnenvaart, vergt momenteel veel aandacht en maakt het noodzakelijk naar nieuwe oplossingen op zoek te gaan. De waterschappen hebben de handen ineengeslagen en hebben gezamenlijk via het Waterschapshuis collectief satellietdata ingekocht en meer specifiek verdampingsdata om meer inzicht te verkrijgen in droogte en wateroverlast. Daardoor kunnen ze gericht monitoren waar verdroging plaatsvindt en bijvoorbeeld acties moeten worden ondernomen om het water langer vast te houden. De waterschappen zullen op een vergelijkbare manier met verzakkingsdata aan de slag gaan, die data zijn – in combinatie met droogtegegevens - bijvoorbeeld van belang voor het dijkbeheer.

Verzakkingsdata zijn ook van belang voor onderhoud van bruggen en andere kunstwerken. Een infrastructuur waar verzakkingsdata al grootschalig wordt toegepast zijn gasleidingen. Stedin maakt in heel haar verzorgingsgebied gebruik van verzakkingsdata op basis van satellieten om de aanleg, onderhoud en preventieve vervanging van gasleidingen (aansluitingen en hoofdleidingen) uit te voeren. Stedin gebruikt ook satellietdata om mutaties (schuren, huizen, wegen, bomen) te identificeren die mogelijk het netwerk in gevaar kunnen brengen. Verder worden middels satellietdata zonnepanelen geïdentificeerd, van belang voor dimensionering van het energienetwerk.⁴¹ Bij alle hier genoemde voorbeelden geldt dat organisaties beschikken over inspectieteams op de grond die met behulp van de satellietdata veel gericht en dus effectiever kunnen worden ingezet. Zo kon door gebruikmaking van satellietdata bij waterschappen de jaarlijkse schouw van waterwegen in minder dan de helft van de tijd van een reguliere schouw worden uitgevoerd. In de nabije toekomst zou bijvoorbeeld complete monitoring van het stroomgebied van de Rijn, inclusief Zwitserland en Duitsland, wenselijk zijn om zo beter waterafvoer te kunnen voorspellen en dus ook preciezer te kunnen besluiten wanneer het tijd is zoet water zoveel mogelijk vast te houden.

Voor het objectief meten van zeespiegelrijzing zijn satelliet (radar)data onontbeerlijk. Ook wordt geëxperimenteerd met gebruik van de data voor het monitoren van de waterkwaliteit in dynamische stroomgebieden.

In dit domein is niet alleen behoefte aan historische data om trends te kunnen vaststellen, maar is continuïteit van data ook een belangrijk aandachtspunt. Als organisaties overstappen op satellietdata moeten ze ook de zekerheid hebben dat de data voor een lange reeks van jaren beschikbaar zijn. Net als in de andere domeinen verwacht men hier ook meer toepassingen te kunnen realiseren met hogere resoluties en meer aan voorspelling te kunnen doen en bijvoorbeeld ook data gestuurd te kunnen ontwerpen. Als op basis van verzakkingsdata

⁴¹ Ook een speler als Gasunie bewaakt grondroeringen rond haar gasnetwerk en oriënteert zich of de inspecties per helikopter mogelijk vervangen kunnen worden door inspectie op basis van satellietdata.

al inzicht ontstaat welke gebieden gevoeliger zijn voor verzakking, dan kan daar met de planning van bebouwing bijvoorbeeld rekening mee worden gehouden.

3.2.3 Domein Defensie & Veiligheid

In dit domein zijn de ambities gericht op het bijdragen aan (internationale) vrede en veiligheid, inclusief nadrukkelijk het realiseren van veiligheid in en vanuit de ruimte. Ook de aanpak van de georganiseerde criminaliteit – inclusief het verhogen van het zicht op illegale activiteiten en het effectiever en efficiënter opsporen van delinquenten – en de inzet van de hulpverleningsdiensten bij calamiteiten en natuurrampen behoren tot dit domein.

Binnen Defensie – dat voornemens is een Defensie Space Security Center op te richten en met een ruimtestrategie naar buiten zal treden – wordt verspreid over de organisatie veelvuldig van ruimtevaarttoepassingen gebruik gemaakt.⁴² In 2021 zal Defensie ook voor het eerst een eigen satelliet BRIK-II voor ontwikkelingsdoeleinden (laten) lanceren. Ruimtevaarttoepassingen zijn wereldwijde telecommunicatie met bondgenoten door gebruik van satellietcommunicatie, gebruik van PNT-diensten om (vanuit de ruimte) de exacte locaties en tijdsreferenties te hebben ter ondersteuning van operaties (o.a. van belang bij het gebruik van geleide wapens) en observatie vanuit de ruimte (ISR of Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) dat onder andere van belang is voor het sowieso kennen van de situatie op de grond en bijvoorbeeld het identificeren van sterk en zwak verdedigde doelen. Observatie vanuit de ruimte maakt het voor Defensie namelijk mogelijk zonder schending van nationale soevereiniteit regio's te kunnen observeren. Ook inzicht in onder andere de effecten van ruimteweer en observatie van weer vanuit de ruimte en inzicht in de eigen ruimte-infrastructuur en die van anderen (Space Situational Awareness) zijn voor Defensie van belang om goed uit de voeten te kunnen in de operationele gebieden. Ruimtevaarttoepassingen zijn ook belangrijk bij deelname aan internationale humanitaire missies.

Bij zowel politie als brandweer wordt geëxperimenteerd met de inzet van satellietdata voor het identificeren van kleinschalig grondverzet (bijvoorbeeld van belang bij bestrijding van dumping van mest en drugsafval) en het bestrijden van natuurrampen als bosbranden, maar is het gebruik van ruimtevaarttoepassingen minder ver ontwikkeld dan bij Defensie.

Voor alle diensten op het gebied van vrede en veiligheid geldt dat ruimtevaarttoepassingen naar verwachting meer binnen handbereik komen (onder andere door de opkomst van microsattelieten⁴³) en breder zullen worden ingezet. Daarbij is - net als in de andere domeinen – een verschuiving te verwachten van interventie naar early warning en voorspellen. Voor de brandweer betekent dit bijvoorbeeld het beter kunnen voorzien van natuurrampen. Ook voor Defensie geldt dat het door betere informatie beter kan anticiperen op mogelijke problemen. Doel is uiteindelijk de veiligheidsprofessional op de grond van de best mogelijke informatie te voorzien. Voor Defensie zijn ontwikkelingen als radartechnologie voor space situational awareness, quantum encryptie en lasercommunicatie voor satellietcommunicatie en uiteraard (zeer) hoge resolutie satellietfoto's voor observatie veelbelovend. Voor de politie geldt nog specifiek dat juist ook tijdreeksen en historische data veelbelovend zijn, bijvoorbeeld bij cold cases, maar ook voor gebruik van satellietdata voor opsporingsprocessen. Denk daarbij aan mensenhandel en drugsgerelateerde criminaliteit.

⁴² Voor een recent overzicht zie Vinke, R. (2020), Het intensiveren van Nederlands-Amerikaanse samenwerking in het ruimtedomein, in *Militaire spectator*, 189, no. 5, pp. 248-263.

⁴³ Defensie experimenteert samen met NAVO-partners met de inzet van microsattelieten voor gebruik bij grootschalige oefeningen van onder andere luchtmacht (micro space satellites for military utility).

3.2.4 Domein Milieu, Klimaat & Duurzaamheid

In dit domein zijn ambities als circulariteit, duurzaam landgebruik, biodiversiteit, milieu- en luchtvervuiling, terugdringen van broeikasgassen of de ontwikkeling naar een CO₂-vrij elektriciteitssysteem aan de orde. Naast de toepassingen van satellietdata voor milieu zijn er dus ook toepassingen op het gebied van klimaat en duurzaamheid. Typische toepassingen zijn satellietbeelden die het mogelijk maken een gedetailleerd inzicht te bieden in veranderend land- en ruimtegebruik en ontbossing (inclusief de controle daarop). De Groenmonitor zoals die door de WUR wordt gemaakt op basis van satellietdata biedt bijvoorbeeld inzicht in de productie van biomassa per perceel en effecten van droogte, maar helpt ook in het voorkomen van plagen⁴⁴. Satellietdata spelen ook wereldwijd een belangrijke rol – niet in de laatste plaats via het laatste grote Nederlandse instrument Tropomi – bij het in beeld brengen van broeikasgassen (methaanemissies, ozon) en daarmee ook bij het meten van klimaatveranderingen en controle op bijvoorbeeld het klimaatakkoord van Parijs.

Daarnaast kan satellietdata worden gebruikt bij het meten van fijnstofmetingen – en in relatie tot de ontwikkeling van onder andere de landbouw en ook andere sectoren – stikstofemissies. Het Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof (Commissie Hordijk) merkt in dit verband met die stikstofemissies in zijn eindrapport “Meer meten, robuuster rekenen” hierover het volgende op: “Satellietmetingen dragen bij aan het evalueren en valideren van modellen. Verder kunnen zij ruimtelijke patronen in de concentratie van stikstofdioxide en ammoniak in kaart brengen en is het mogelijk om ze te gebruiken voor emissieschattingen. De satellietmetingen zijn aanvullend op grondmetingen” (p. 4). TROPOMI en de voorganger OMI (Ozon Meet Instrument) leveren tevens een belangrijke bijdrage aan de voorspelling van de luchtkwaliteit in Europa en Nederland.

Satellieten kunnen ook een grote rol spelen bij natuur en milieu-monitoring. Hierboven noemden we al de aanbeveling van de Commissie Hordijk om satellietdata in te zetten bij het meet- en modelleersysteem van stikstof. Om meer inzicht te verkrijgen in koolstofvastlegging is bijvoorbeeld bosmonitoring en inzicht in de ontwikkeling van de vegetatie van belang. Voor Nederland voorziet bijvoorbeeld de Groenmonitor hierin. Deze door WUR vervaardigde monitor maakt gebruik van satellietbeelden.⁴⁵ Op een vergelijkbare manier kunnen satellietdata worden ingezet om inzicht te krijgen in de ontwikkeling van kruidenrijk grasland, die bijdragen aan biodiversiteit (en waaraan bijvoorbeeld melkveehouders kunnen bijdragen). Een ander concreet voorbeeld betreft landschapselementen. NSO, LNV en RVO zijn sinds 2019 actief om de naar schatting 3 miljoen landschapselementen in Nederland met behulp van satellietdata. Deze landschapselementen hebben niet alleen een cultuurhistorische waarde, maar zijn ook van belang voor natuurbehoud en biodiversiteit.⁴⁶

Groot voordeel van satellietdata is dat naast een actueel en consistent beeld (globaal, volgens eenzelfde meetmethode) heel goed trends door de tijd inzichtelijk kunnen worden gemaakt. Voor bijvoorbeeld de controle op de naleving van de afspraken in het klimaatakkoord van Parijs en de wetenschappelijke onderbouwing daarvan zijn historische reeksen van groot belang. Het instrument OMI heeft gecontroleerd of landen zich hielden aan de beperking van drijfgassen onder het Montreal Protocol en op deze wijze is de effectiviteit van de beleidsmaatregelen aangetoond.

⁴⁴ <http://www.groenmonitor.nl/>

⁴⁵ Zie <http://www.groenmonitor.nl>

⁴⁶ Zie <https://www.spaceoffice.nl/nl/nieuws/381/satellieten-van-meerwaarde-bij-efficient-landschaps-beheer.html>

Satellietdata zijn minder dan aardse meetnetwerken gebonden aan landsgrenzen, wat ook van belang is voor het controleren van andere internationale afspraken zoals de klimaatakkoorden van Parijs. Door de toenemende resolutie kunnen bovendien steeds gerichtere individuele bronnen (als elektriciteitscentrales, individuele zeeschepen of methaanlekken bij de olie- en gaswinning bijvoorbeeld) in beeld worden gebracht. In het energiedomein kunnen satellietdata helpen bij het vinden van de beste plaatsen voor windmolens of zonnepanelen. Satellietdata zullen daarbij ook steeds meer met andere databronnen in modellen worden gecombineerd.

3.2.5 Domein Transport & Logistiek

In dit domein zijn duurzaam, veilig en autonoom de belangrijkste trefwoorden. Voor vliegtuigen en zeeschepen is satellietcommunicatie al van groot belang. Voor transport en logistiek zijn satellietnavigatie en PNT-diensten ook nu al van essentieel belang om transport en logistiek zo efficiënt mogelijk af te kunnen wikkelen. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan hoe wijdverbreid tracking & tracing is in professionele, maar ook consumententoepassingen. Satellietnavigatie wordt op zeer grote schaal gebruikt, variërend van navigatie, fleetmanagement, tolheffing, snelle search-and rescue operaties of beveiliging door locatiebepaling. Ook de hele ontwikkeling naar autonoom rijden (en varen en vliegen) en bijvoorbeeld de vraag in hoeverre wegkantsystemen vervangen kunnen worden door (satellietgebaseerde) in-car systemen is daarbij een actueel vraagstuk. De verwachting is dat synchrodaal vervoer belangrijker gaat worden – waarbij precieze tracking en tracing nog belangrijker wordt. De verwachting is ook dat in bijvoorbeeld de luchtvaart – traditioneel een conservatieve omgeving met een voorkeur voor bewezen technologie – bijvoorbeeld meer aandacht gaat ontstaan voor de meest efficiënte vliegroutes, ook vanuit duurzaamheidsoogpunt (bijvoorbeeld routeplanners voor vliegtuigen op basis van satellietnavigatie). Kortom, in dit domein zijn satellietnavigatie en in mindere mate satellietcommunicatie en satellietdata van cruciaal belang. Meer dan in veel van de andere genoemde domeinen is realtime data van belang (hoewel voorspellingen ten aanzien van handigste routes ook deels gebaseerd kunnen zijn op historische data). Voor veilig vliegen en varen is een goede weersvoorspelling essentieel. Met name voor deze voorspellingen zijn satellieten onontbeerlijk.

3.2.6 Domein Volksgezondheid & Welzijn

Ambities in dit domein draaien om het tegengaan van een ongezonde leefomgeving en ongezonde levensstijl (met als ambitie de ziektelast te verminderen), langer leven in goede gezondheid en het terugdringen van verspreiding van besmettelijke ziekten. In Nederland lijken dergelijke doelen en ambities vooralsnog zelden te worden geassocieerd met ruimtevaart en meer specifiek satellietwaarnemingen, terwijl ze daar wel degelijk aan kan bijdragen. Zo heeft een grotendeels op satellietwaarnemingen gebaseerde dienst als de weersvoorspelling een directe relatie met gezondheid en veiligheid. Verschillende patiëntengroepen zijn bijvoorbeeld gevoelig voor verschillende weerstypen en kunnen bepaalde weersomstandigheden hen in gevaar brengen (denk aan stormen, overstromingen). Ook kunnen op basis van satellietdata aerosolen en meteodata gemonitord worden in combinatie met besmettelijke ziekten en zoonoses als Covid-19 en Q-koorts. Ook is bekend dat meningitis zich via Saharazand verspreidt, zodat de verspreiding ervan mede op basis van satellietdata kan worden voorspeld.

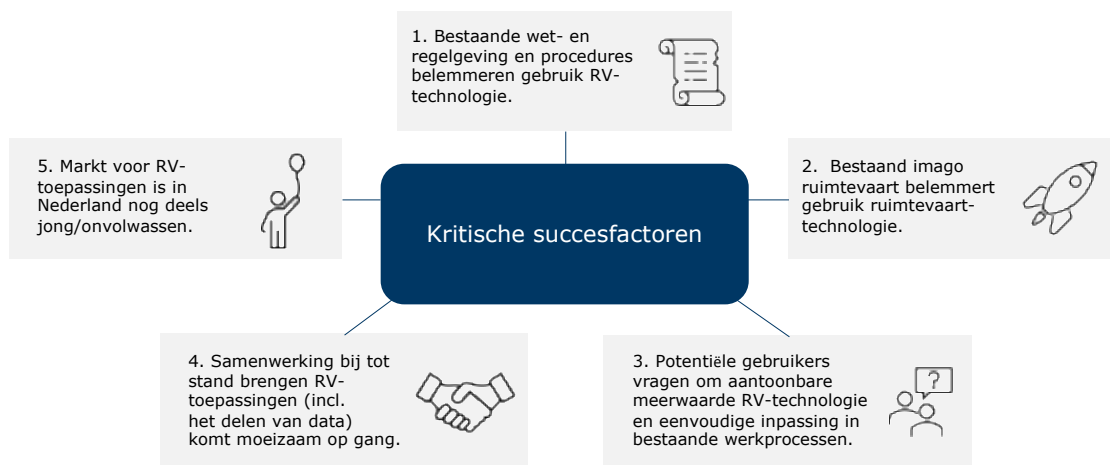
Echter, wellicht de meest onderschatte relatie waarvoor satellietdata kunnen worden ingezet is die tussen luchtkwaliteit en gezondheid. Satellietdata kunnen een grote rol spelen bij het maken van een luchtkwaliteitsvoorspelling. Hiervan wordt momenteel wel in Europa, maar niet in Nederland gebruik gemaakt. Ook kunnen satellietdata inzicht bieden in een veranderende leefomgeving. Denk daarbij bijvoorbeeld aan hitte-eilanden in steden (en bijkomende

hittestress), inzicht in UV-straling en voorkomen van blauwalg in zwemwater. Zelfs het voorspellen van omstandigheden waaronder en locaties waar teken en processierupsen gedijen en uitbraken van muggen en ander ongedierte kan op basis van satellietdata worden voorspeld.

In dit domein geldt dat veel satellietdata betekenis krijgen gecombineerd met gronddata en modellen die geschikt zijn om te rekenen met satellietdata. Dit domein is bovendien niet alleen gebaat bij het in beeld brengen van de ontwikkeling door de tijd, maar bij uitstek ook bij voorspellingen. Op basis van satellietdata kunnen verschillende van dergelijke verwachtingsproducten worden aangeboden (zonkrachtvoorspelling, weersvoorspelling, luchtverontreinigingsvoorspelling).

3.3 Kritische succesfactoren voor het realiseren en opschalen van ruimtevaarttoepassingen

In de voorgaande paragraaf is voor zes domeinen aangegeven welke ruimtevaarttoepassingen al zijn geïmplementeerd of worden voorzien. We zien daarbij dat er in een aantal domeinen reeds beloftevolle toepassingen bestaan c.q. dat al behoorlijk wordt gesteund op ruimtevaart toepassingen. Anderzijds zien we dat in een aantal domeinen ruimtevaarttoepassingen langzamer dan gedacht tot stand komen of blijven steken in pilots. In paragraaf 2.5 werden de gepercipieerde kansen, bedreigingen en knelpunten vanuit het bedrijfsleven al behandeld. In deze paragraaf behandelen we de kritische succesfactoren vanuit het perspectief van de toepassingsdomeinen. De slag naar grootschalige inzet van ruimtevaarttoepassingen verloopt minder soepel en snel dan men zou verwachten op basis van de voordelen die ruimtevaarttoepassingen kunnen bieden.⁴⁷ De mix van factoren die verklaart waarom het toepassingspotentieel van ruimtevaarttechnologie nog vaak wordt onderbenut verschilt van domein tot domein. Niettemin identificeren we op basis van wat is besproken in de workshops en interviews de volgende vijf clusters van kritische succesfactoren (zie figuur 8). In paragraaf 4.2 suggereren we aansluitend bij de hier onderscheiden kritische succesfactoren (die vooral analytisch zijn bedoeld) een aantal aanbevelingen.



Figuur 8 Kritische succesfactoren voor het realiseren en opschalen van ruimtevaarttoepassingen

⁴⁷ Dit is overigens geen specifiek Nederlands probleem. Ook andere landen worstelen met het realiseren en opschalen van ruimtevaarttoepassingen.

1. Bestaande wet- en regelgeving en procedures. Bestaande wet- regelgeving en procedures houden nog onvoldoende rekening met waarnemingen en metingen die mogelijk zijn vanuit de ruimte. Nederland is een over het algemeen goed geadmistreerd land, met vaak een lange historie van aardse meetnetten, administratieve systemen en procedures en organisaties die ingericht zijn op bijvoorbeeld visuele inspecties op de grond en ook modellen die gevoed worden met aardse waarnemingen. Dit kan echter ook leiden tot een lock-in die alternatieve en innovatieve methoden van meting uitsluit. Feitelijk hebben we het hier over de wet van de remmende voorsprong die maakt dat je als land minder openstaat voor technische alternatieven die zich inmiddels aandienen.

In de meeste domeinen (landbouw & voedsel; water & Infrastructuur; milieu, klimaat & duurzaamheid; volksgezondheid & welzijn en transport & logistiek) is aangegeven dat bestaande wet- en regelgeving het gebruik van vooral satellietobservaties in de weg staat. In het waterdomein kan de kwaliteit van het zwemwater in belangrijke mate met behulp van satellietmetingen worden bepaald. In de wet- en regelgeving wordt echter gevraagd om fysieke bemonstering. Op eenzelfde manier kan de mate van luchtverontreiniging steeds beter vanuit de ruimte worden bepaald (in het kader van zowel volksgezondheid als milieu). Satellietdata zijn daarbij een belangrijke aanvulling op andere data en modelberekeningen. Toch verwijst de bestaande wet- en regelgeving nog primair naar aardse meetnetten en blijken in de huidige gebruikte modellen satellietdata moeilijk inpasbaar. Hoewel er inmiddels belangrijke aanvullende monitoring services ontstaan die breed in Europa worden benut – in het geval van luchtverontreiniging de Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) – waar Nederland ook gebruik van zou kunnen maken, houden we als land vooralsnog vast aan overwegend aardse meetnetten en verwijzen hier ook naar in de wet- en regelgeving. Ook in het domein van transport & logistiek bestaat nog een grote afhankelijkheid van fysieke metingen en schriftelijke handtekeningen die is verwerkt in wet- en regelgeving. Tegelijkertijd is dit ook een domein waarin is aangetoond dat juist wet- en regelgeving een hulpmiddel kan zijn om vernieuwingen te realiseren (denk aan de tachograaf⁴⁸ of de eCall⁴⁹).

Deze belemmering is in toenemende mate problematisch nu satellietwaarnemingen op veel grotere schaal beschikbaar zijn, de resolutie toeneemt, de continuïteit beter is verzekerd en juist satellietdata op een uniforme manier verzameld worden en er dus minder discussie kan ontstaan tussen landen over de exacte wijze van meten. Er wordt daarom gepleit voor meer ruimte vanuit “Brussel en Den Haag” om gebruik van satellietwaarnemingen als alternatieve bron voor inspecties, handhaving en voorspellingen te kunnen gebruiken en dit ook in de wet- en regelgeving op te nemen of in elk geval wet- en regelgeving meer technologie-neutraal te formuleren. Het is dus belangrijk dat wet- en regelgeving geen bias kent naar aardse oplossingen, maar voldoende ruimte laat voor alternatieve metingen, bijvoorbeeld door te streven naar doelwetgeving die ruimte laat voor innovatieve meetmethoden. Wet- en regelgeving kan bovendien juist ook worden ingezet om actief ruimte te maken voor alternatieve manieren van meten.

⁴⁸ De tachograaf is een systeem waarmee transportvoertuigen gemonitord worden, o.a. om te voorkomen dat chauffeurs te weinig rustpauze nemen, zie https://ec.europa.eu/transport/modes/road/social-provisions/tachograph_en

⁴⁹ eCall is een systeem in auto's waarmee na een ongeluk automatisch contact wordt opgenomen met de alarmcentrale inclusief locatiebepaling, zie https://ec.europa.eu/transport/themes/its/road/action_plan/ecall_en

2. Awareness en bestaand imago ruimtevaart. Een tweede kritische succesfactor is dat in veel maatschappelijke domeinen, zowel binnen uitvoeringsorganisaties als bij beleidsmakers, men zich onvoldoende bewust is van de mogelijkheden van ruimtevaart en het belang dat ruimtevaarttoepassingen al hebben in de maatschappij (denk aan zaken als de weersvoorspelling, het belang van PNT-diensten voor allerhande systemen, satellietcommunicatie en brede gebruik van satellietdata voor tijdreeksanalyses, monitoring en early warning en zelfs voorspellingen, zie ook paragraaf 3.1). Er is sprake van een kennisgat over wat kan en wat al beschikbaar is. De geringe bekendheid en onervarenheid met de mogelijkheden van ruimtevaarttoepassingen maakt dat ruimtevaarttoepassingen onvoldoende als alternatief voor bestaande manieren van werken worden gezien. Uit onze gesprekken is gebleken dat in verschillende domeinen ruimtevaart nog altijd gezien wordt als complex en duur, terwijl ruimtevaart momenteel juist snel toegankelijker wordt door onder andere de opkomst van kleinere satellieten en een steeds gevarieerder landschap van partijen die diensten aanbieden. Ook wordt de last die optische remote sensing heeft van bewolking nog vaak aangevoerd als reden om niet te willen vertrouwen op satellietdata, terwijl dit maar een van de verschillende categorieën satellietdata is. Satellietdata zijn een waardevolle extra en aanvullende data laag die in de regel snel beschikbaar kan zijn, homogeen wordt verzameld, niet gebonden is aan landgrenzen en waarvan de continuïteit steeds beter is verzekerd. De gebrekkige awareness maakt dat voorvechters van ruimtevaarttoepassingen vaak jarenlang moeten investeren in het overtuigen van zowel het management als de werkvloer van de meerwaarde van ruimtevaarttoepassingen waarbij het na een eventuele pilot ook nog eens lang duurt voordat ruimtevaarttoepassingen landen in de reguliere werkprocessen. Dit blijkt vaak een uphill battle. In die zin is invoering en opschaling van ruimtevaarttoepassing niet afwijkend van veel andere technologische vernieuwingstrajecten waarbij de organisatorische en financiële problematiek meer dan de technologie zelf de beperkende factoren zijn.

3. Aantoonbare meerwaarde en inpassing in bestaande werkprocessen. Een derde kritische succesfactor die logisch voortkomt uit de voorgaande is dat ruimtevaarttoepassingen enerzijds een duidelijk aantoonbare meerwaarde moeten hebben in de vorm van een goedkoper uit te voeren werkproces of grotere effectiviteit (of beide) en tegelijkertijd goed in te bouwen moeten zijn in bestaande werkprocessen. Dat laat weinig ruimte voor experimenten en pilots die niet binnen afzienbare termijn renderen en zijn in te passen in vaak complexe uitvoeringsorganisaties en diensten. Daar waar sprake is van succesvolle ruimtevaarttoepassingen is het vaak evident dat er zeer aanzienlijke efficiëncyslagen gemaakt worden of zaken mogelijk zijn die voorheen onmogelijk waren. In de interviews en in de workshops waren veel uitvoerende diensten betrokken – variërend van NVWA, RVO, Brandweer, Politie en Defensie, Rijkswaterstaat, Kadaster, waterschappen, netwerkbedrijven als bijvoorbeeld Stedin – die soms met veel moeite pilots hebben gerealiseerd maar lang niet altijd de handen hiervoor op elkaar krijgen. Dat is opmerkelijk, omdat bijvoorbeeld inspecties vaak veel gericht en daarmee efficiënter kunnen worden uitgevoerd. Denk daarbij aan het constateren van verzakkingen, het beter kunnen inschatten van risico's (bijvoorbeeld op een natuurramp, maar ook bij veiligheidsoperaties), het niet voldoen aan vergunningsvoorwaarden, het opsporen van illegale praktijken of simpelweg het bijhouden van wijzigingen in de fysieke leefomgeving.

Tevens bieden ruimtetoeepassingen mogelijkheden die nieuw zijn zoals het monitoren van gebieden over de grens, waarbij te denken valt aan toepassingen voor vredesmissies of het monitoren van het volledige stromingsgebied van de Rijn. De meerwaarde moet dus heel evident zijn en tegelijkertijd moeten de te maken aanpassingen aan de reguliere werkprocessen te overzien zijn. Het inpassen van slimme dataproducten die de uitvoering van bestaande werkprocessen vergemakkelijken maken derhalve de meeste kans op bredere toepassing ervan. We maken daarbij nog een aantal kanttekeningen:

1. Naast het overtuigen van het management om te investeren in ruimtevaarttoepassingen kunnen ook collega's zich verzetten tegen veranderingen die de inhoud van hun werk verandert.
2. In veel gevallen helpt het om eerst aan de slag te gaan met een toepassing die aantoonbaar een aanzienlijke besparing of een veel betere dienstverlening oplevert en niet meteen de aandacht te versnipperen over 4-5 of meer mogelijke toepassingen. Juist het creëren van een eerste succes kan een organisatie en het management daarvan gevoeliger maken om ook andere toepassingen te overwegen.
3. Veel organisaties zijn nog afhankelijk van enthousiastelingen en vernieuwers die graag met ruimtevaarttoepassingen aan de gang willen. Het helpt niet als deze personen te verspreid over de organisatie actief zijn, waardoor overal beginnetjes gemaakt worden, maar nergens een geconcentreerde inspanning ontstaat.
4. Betere opsporing van fenomenen met behulp van ruimtevaarttoepassingen kan er ook toe leiden dat een uitvoeringsorganisatie een enorme verzwaring van de werklast oplevert, simpelweg omdat bijvoorbeeld meer incidenten of overtredingen of gevaarlijke situaties worden geïdentificeerd dan voorheen. Deze wet van behoud van ellende kan management ook eventueel kopschuw maken.
5. Ruimtevaarttoepassingen worden eerder omarmd als ze een oplossing bieden voor een echt pijnpunt in de organisatie of het domein dat niet op traditionele manieren kan worden opgelost. Bij de waterschappen geeft bijvoorbeeld de brede problematiek nu mogelijk een extra impuls aan het realiseren van ruimtevaarttoepassingen, zoals in het landbouwdomein wellicht het stikstofdossier. In het klimaatdomein is de mogelijkheid van verificatie van internationale akkoorden als het klimaatakkoord van Parijs en bij Defensie is het belang van eigen intelligence daar waar operaties plaatshebben cruciaal gebleken. Mogelijk is in het volksgezondheid & welzijnsdomein – mits de relatie volksgezondheid en luchtverontreiniging wordt onderkend (wellicht via de relatie zoals die ook gedurende de COVID-crisis tussen de twee is gelegd) – de noodzaak van nauwkeuriger inzicht in (bronnen van en) verspreiding van luchtverontreiniging een game changer. Kortom, toepassingen moeten direct een erkend pijnpunt adresseren, resulteren in aantoonbare "winst" en liefst direct inpasbaar zijn in bestaande werkprocessen.

4. Samenwerking bij het tot stand brengen van ruimtevaarttoepassingen (inclusief het delen van data). Ruimtevaarttoepassingen komen in het merendeel van de gevallen tot stand op het niveau van individuele organisaties (en zelfs nog verspreid binnen individuele organisaties) en nog relatief beperkt in samenwerkingsverbanden. Dit betekent dat vraagbundeling (en bijbehorend pooling van budgetten) minder vaak dan mogelijk is plaatsheeft en het wiel vaak opnieuw wordt uitgevonden. Dat is opmerkelijk omdat vooral veel organisaties verantwoordelijk voor beleidsuitvoering op zoek zijn naar een digitale kaart van de veranderende leefomgeving waarin ze processen van vernatting, verdroging, maar ook bebouwing, verzakking, staat van gewassen en bossen of hotspots kunnen zien en bijhouden. Elke organisatie haalt uit eenzelfde set van satellietdata weer een element dat relevant is voor haarzelf, maar die behoefte is niet heel anders dan die van collega uitvoerders. Defensie en vooral de waterschappen zijn er al wel in geslaagd te komen tot een vorm van vraagbundeling en enkelvoudig inwinnen van data voor meervoudig gebruik te komen. De waterschappen hebben vervolgens ook het op een eenduidige manier verwerken van data via het Waterschapshuis geregeld.

Het gevaar van versnippering is, ook binnen grote organisaties, dat nergens voldoende schaal wordt bereikt om zinvol ruimtevaarttoepassingen te creëren en resources te delen. Het zou dan ook logisch zijn als in de eerste plaats gelijksoortige organisaties (de veiligheidsregio's, wellicht steden, diensten met een handhavingsverantwoordelijkheid) tot samenwerking komen bij het ontwikkelen van ruimtevaarttoepassingen. Maar daarbovenop

zou ook samenwerking tussen soms heel ongelijksoortige spelers een rol kunnen spelen. Dit roept ook de vraag op in hoeverre naast het beschikbaar stellen van data (zoals momenteel plaatsheeft via het satellietdataportaal van NSO) ook gedeelde informatieproducten en wellicht zelfs tools beschikbaar gesteld moeten worden. Een voordeel hiervan is dat niet elke organisatie eerst bijvoorbeeld een digitaal kaartbeeld van de fysieke leefomgeving op basis van satellietdata hoeft te genereren voordat de eigen specifieke toepassingen kunnen worden ontwikkeld. Met andere woorden, satellietdata zouden integraler onderdeel moeten gaan uitmaken van de doorontwikkeling en verdere digitalisering van geo-basisregistraties zodat een digitale tweeling van de fysieke leefomgeving kan ontstaan. Dit zou belangrijk kunnen bijdragen aan het verlagen van de drempel voor het ontwikkelen en toepassen van nieuwe diensten en toepassingen door bedrijven en uitvoeringsorganisaties. Kunst daarbij is dit zodanig vorm te geven dat het de nog relatief jonge markt voor toepassingen op basis van satellietdata stimuleert in plaats van verstoort.

5. Ontwikkeling van markt voor ruimtevaarttoepassingen. De markt voor ruimtevaarttoepassingen – en dan met name de markt voor satellietdatatoepassingen – is in Nederland nog jong en deels onvolwassen. Er zijn in de onderscheiden domeinen – zeker in de domeinen water & infrastructuur, landbouw & voeding en milieu, klimaat & duurzaamheid – verschillende overwegend kleinere aanbieders actief. Deze leveren zeker niet allemaal al kant en klare diensten op basis waarvan afnemers besluiten kunnen nemen (actionable insights). Er zijn wel relatief veel technology providers, maar een beperktere set 'solution providers'. In bijvoorbeeld het landbouwdomein wordt aangegeven dat er weliswaar vele bruikbare informatiebronnen zijn die gecombineerd kunnen worden met grondgebonden data en modellen, maar dat nog maar weinig aanbieders daadwerkelijk handelingsperspectieven voor boeren bieden op de grond. Ook in andere domeinen wordt aangegeven dat het een behoorlijke onderneming is om werkende toepassingen afgestemd op de afnemer beschikbaar te krijgen. Aan de aanbodkant is de klacht dat de markt blijft steken in pilots terwijl een deel van de aanbieders wil doorschakelen naar reguliere dienstverlening.

Marktpartijen geven ook aan dat er aan de kant van (potentiële) gebruikers soms onrealistische verwachtingen bestaan ten aanzien van de snelheid en het gemak waarmee satellietdata kunnen worden omgezet in direct bruikbare producten en diensten. Daarbij wordt aangegeven dat de overheid data en diensten per functie inkoopt en weinig samen optrekt om voldoende schaal te creëren (zie de voorgaande succesfactor). Een deel van de potentiële afnemers heeft ook nog niet voldoende vertrouwen (bijvoorbeeld in de continuïteit van diensten, of er is de angst voor een te grote afhankelijkheid van een enkele aanbieder), of heeft moeite eisen en wensen bij aanbesteding te formuleren om nu al te schakelen naar diensten die gebaseerd zijn op satellietdata. Wél zijn er signalen dat de data die met de Copernicus satellieten beschikbaar komen snel worden opgepikt.

Kortom, hier lijkt typisch sprake te zijn van een markt in ontwikkeling waar vraag en aanbod elkaar nog aan het aftasten zijn en waarvan de omvang nog bescheiden is en het exportpotentieel nog maar beperkt wordt benut. Daarbij wordt overigens ook gewezen naar het Nederlands ruimtevaartbeleid waarin de nadruk jarenlang lag op het stimuleren van de upstream van de ruimtevaart en minder op het helpen realiseren van eerste (data)toepassingen. De SBIR-regeling en ook het satellietdataportaal hebben daarbij wel een belangrijke rol gespeeld, maar het is de vraag of dit voldoende is om deze markt voldoende los te trekken.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

Op basis van de analyse zoals gepresenteerd in voorgaande hoofdstukken komen we tot een aantal conclusies. Voordat we deze presenteren, maken we eerst twee opmerkingen over de in deze studie gehanteerde afbakening van de ruimtevaartsector:

- Omdat ruimtevaarttechnologie steeds breder in afnemende sectoren wordt benut is het afbakenen van de ruimtevaartsector niet triviaal. De ruimtevaartsector in enge zin is al zeer divers en loopt uiteen van de ontwikkeling en lancering van raketten, satellieten en ruimtestations en alle daarvoor benodigde toelieferingen (de zogenaamde upstream) tot de bewerking van ruwe data uit de ruimte door grondstations en het verwerken van deze data in bruikbare/interpreteerbare informatie (de zogenaamde downstream). In deze studie is het economische belang van alleen de upstream en downstream bepaald.
- Idealiter zou ook een ruimtevaartsector in brede zin moeten worden gedefinieerd aangezien de ruimtevaartsector in enge zin allerhande 'space enabled' diensten en toepassingen mogelijk maakt zoals navigatiediensten, satelliettelevisie (incl. installatie en aanschaf apparatuur), precisielandbouw, financiële dienstverlening (die de timingscomponent van PNT-diensten als GPS gebruikt). In tal van domeinen uiteenlopend van landbouw & voedsel; milieu, klimaat & duurzaamheid; water & infrastructuur; transport & logistiek; defensie & veiligheid; en volksgezondheid & welzijn zijn toepassingen te vinden met een grotere of kleinere ruimtevaartcomponent en dus afhankelijkheid van ruimtevaart. Deze schil van 'space enabled' diensten en toepassingen is momenteel nog niet te kwantificeren. Wel kunnen we vaststellen dat deze afhankelijkheid en daarmee het economisch belang van ruimtevaart in brede zin sneller toeneemt dan de economische betekenis van de ruimtevaart gedefinieerd als smalle economische sector in zichzelf.

Met deze kanttekeningen in het achterhoofd komen we tot de volgende conclusies:

- a) De ruimtevaartsector in enge zin is in 2018 afgerond naar schatting goed voor circa 10.500 FTE, € 1,9 miljard productiewaarde, en € 1 miljard toegevoegde waarde. Dit betreft de optelsom van de directe en indirecte (via toelieferingen en via bestedingen buitenlandse werknemers en buitenlandsbezoek) economische betekenis. Naast de aan de ruimtevaartsector toe te rekenen FTE en bedragen in bedrijven zijn ook ruimtevaartactiviteiten van universitaire onderzoeksgroepen, van TNO, NLR, SRON, ASTRON en KNMI alsook ESTEC in deze schattingen meegerekend.
- b) De cijfers zijn aanzienlijk hoger dan de schatting over 2014. Enerzijds observeren we simpelweg een economische groei van de ruimtevaartsector. Anderzijds hebben we door een meer verfijnde onderzoeksmethodiek een vollediger en accurater beeld van de ruimtevaartsector gekregen (voor een reflectie zie subparagraaf 2.3.5). We hebben meer ruimtevaartorganisaties in beeld en hebben accuratere cijfers over de economische kengetallen. Hanteren we exact dezelfde methode die voor 2018 is gebruikt ook voor 2014 dan zien we dat de ruimtevaartbedrijven die in beide jaren bestonden een flinke groei hebben doorgemaakt (400 FTE en € 70 miljoen productiewaarde).

- c) De ruimtevaart is in belangrijke mate science-based. Het belang van een goed wetenschappelijk fundament en voldoende kennisuitwisseling en samenwerking bij innovaties tussen bedrijven en kennisinstellingen komt ook naar voren in de uitgevoerde survey.
- d) Uit de survey komt als meest ervaren knelpunt in de doorontwikkeling van de sector naar voren de gepercipieerde onvoldoende ondersteuning vanuit de overheid. Dit kan zowel betrekking hebben op beleid als op financiële middelen. Daarnaast wordt het gebrek aan mogelijkheden om mee te doen in (inter-)nationale programma's relatief vaak genoemd. Het huidige investeringsklimaat - samenhangend met voorgaande punt - wordt eveneens vaak als knelpunt ervaren. Een derde van de bedrijven ervaart de beschikbaarheid van gekwalificeerd personeel als een knelpunt.
- e) Er zijn vier wegen waarlangs de ruimtevaart ruimere maatschappelijke meerwaarde genereert: 1) via de directe spin-off van ruimtevaarttechnologie waarbij technologieën, materialen en producten die ontwikkeld zijn om te functioneren onder extreme omstandigheden in de ruimte doorsijpelen naar allerlei technologieën en toepassingen op aarde; 2) via PNT-diensten. Dit zijn zogenaamde plaatsbepaling, navigatie en tijdsbepalingsdiensten (beter bekend als satellietnavigatie of als GPS). Dit vormt in essentie een nutsvoorziening die hele sectoren faciliteert door de systemsynchronisatie die ze mogelijk maakt; 3) via satellietcommunicatie en satelliet TV; 4) via aardobservatie middels satellieten en de satellietdata die dit genereert. Deze categorie toepassingen krijgt in tal van domeinen een steeds grotere betekenis (zie overzichtsschema hieronder).
- f) Van de zes domeinen waarin we gekeken hebben naar toepassingen van ruimtevaart zijn die in het domein van landbouw & voedsel, water & infrastructuur en deels op het terrein van defensie & veiligheid het verst voortgeschreden. Van de overige drie domeinen lijkt vooral volksgezondheid en welzijn achter te blijven als het gaat om benutting van ruimtevaart.
- g) Voor het opschalen van de ruimtevaarttoepassingen zijn vijf kritische succesfactoren geïdentificeerd, te weten : 1) de bestaande wet- en regelgeving en procedures die belemmerend kan werken voor benutting van mede op ruimtevaarttoepassingen gebaseerde diensten); 2) (onvoldoende) awareness en bestaand imago rondom ruimtevaart die leiden tot een kennishiaat c.q. onderschatting van de breedte waarover ruimtevaarttoepassingen succesvol kunnen worden ingezet; 3) de aantoonbare en evidente meerwaarde en inpassing in bestaande werkprocessen die daadwerkelijk een pijnpunt oplossen); 4) de mate van samenwerking bij het tot stand brengen van ruimtevaarttoepassingen en dan met name samenwerking omtrent het delen van data en informatievoorzieningen), en; 5) de ontwikkeling van de markt voor ruimtevaarttoepassingen (waarbij vraag en aanbod elkaar dient te vinden en te begrijpen). Mede aan de hand van deze kritische succesfactoren zijn in de afsluitende paragraaf een zestal aanbevelingen geformuleerd.

4.2 Aanbevelingen om benutting ruimtevaartpotentieel te verbeteren

We sluiten af met een aantal aanbevelingen of handelingsperspectieven om maatschappelijke benutting van (investeringen in) ruimtevaart te verbeteren. We starten daarbij met de constatering dat er in Nederland nog relatief weinig vragende partijen zijn die een helder en uitgekristalliseerd beeld hebben van de toegevoegde waarde van ruimtevaarttoepassingen voor hen en de eisen die ze moeten stellen aan dergelijke toepassingen. Het aanbod in Nederland bestaat – naast een kern van hoogwaardige en innovatieve upstream bedrijven en een groot aantal en gevarieerde set van gespecialiseerde wetenschappelijke onderzoeks-

groepen – uit een groeiende en diverse groep van overwegend kleinere partijen aan de downstreamkant met vaak een specialisatie op een bepaald type data of toepassingsdomein of beide. Om het brede toepassingspotentieel van ruimtevaart in Nederland – en in het bijzonder het gebruik van satellietdata naast satellietnavigatie en satellietcommunicatie – daadwerkelijk veel ruimer te benutten zijn meer inspanningen van overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen nodig.

Onderstaand doen we daartoe zes aanbevelingen. Deze zijn in belangrijke mate gebaseerd op de informatie en inzichten zoals we die hebben opgehaald uit literatuurstudie en de uitgevoerde interviews en workshops. Ze bouwen ook voort op de kritische succesfactoren zoals die aan de orde zijn gekomen in paragraaf 3.3. Het is belangrijk daarbij aan te tekenen dat het niet simpelweg een kwestie is van extra middelen en extra budget. Toepassing vergt in de eerste plaats een breed gedeeld inzicht in de gebruiksmogelijkheden en inpassing in bestaande organisaties en structuren in sterk uiteenlopende (soms complexe) maatschappelijke domeinen. Satellietdata en de kwaliteit en nauwkeurigheid daarvan ontwikkelen zich ook voortdurend en moeten veelal in combinatie met andere data en modellen worden gevalideerd en aangewend. Kortom, het is een gezamenlijk leerproces dat met gerichte inspanningen kan worden versneld.

1. Verbeter bewustwording van (on)mogelijkheden van gebruik van satellietdata.

Een eerste vereiste voor een goed ontwikkelde markt is dat potentiële gebruikers zich bewust zijn van de mogelijkheden en beperkingen van satellietdata. Belangrijk is dat het idee dat satellietdata en het gebruik ervan extreem duur is en louter voorbehouden is aan hightech omgevingen verdwijnt. Hier hebben bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheid allen een verantwoordelijkheid. In de meerderheid van de domeinen is behoefte om helder te krijgen wat toepassingsmogelijkheden zijn, inclusief de mogelijkheid om satellietdata te combineren met andere data en modellen. Goed uitgewerkte usecases kunnen potentiële afnemers daarbij helpen. Een goede usecase kan dienen als een ambassadeur voor ruimtevaarttoepassingen en potentiële vragende partijen in soms heel andere domeinen inspireren. NSO speelt daarbij al een belangrijke rol. Veel van de SBIR-projecten vervullen feitelijk die functie. Een dynamisch overzicht van actuele en mogelijke toepassingen in uiteenlopende domeinen – mogelijk gecategoriseerd naar technologische maatschappelijke readiness levels - zou daarbij mogelijk een aanvullende rol kunnen spelen. Ook het ondersteunen van departementale strategieën en initiatieven om de toepassing van ruimtevaartprogramma's te benutten zijn hierbij van belang. Zowel bij usecases, het genoemd overzicht als departementale initiatieven geldt dat veel toepassingen niet een-op-een kunnen worden overgenomen, maar vertaald moeten worden naar de eigen werkprocessen van betrokken organisaties en het betreffende domein.

2. Maak ambitie, vraagarticulatie en vraagbundeling onderdeel van innovatief inkoopbeleid.

De voorgaande aanbeveling kan uitgelegd worden als een aanbodperspectief, waarbij nog beter wordt uitgelegd en geïllustreerd wat de technologie vermag. Het is echter ook van belang dat potentiële vragers – al dan niet geïnspireerd door usecases of overzichten – komen tot een heldere vraagarticulatie m.b.t. het type informatie waaraan behoefte is. Denk daarbij aan zaken als kwaliteit, frequentie, wel of geen tijdreeks, voor monitoring of ook voorspelling, wel of niet real time, met welk niveau van dienstverlening, met of zonder gebruikmaking van open data, wel of niet met een vertaling naar een handelingsperspectief voor bijvoorbeeld werknemers in het veld, etc. Departementen, uitvoerende diensten en organisaties zouden hieraan voorafgaand ook meer dan nu het geval is duidelijker ambities

kunnen formuleren als het gaat om het gebruik van satellietdata.⁵⁰ Departementale strategieën en initiatieven om de toepassing van ruimtevaart te benutten verdienen actieve ondersteuning. NSO zou daarbij een rol kunnen spelen. Daartoe kan ook het aanpassen van wet- en regelgeving die gebruik van satellietdatatoepassingen op voorhand uitsluit of onvoldoende technologie-neutraal is geformuleerd. In navolging van de Commissie Hordijk⁵¹ zou het ministerie van LNV bijvoorbeeld kunnen aangeven dat het ook satellietdata gaat inzetten om stikstofuitstoot en depositie vast te stellen. Eenzelfde ambitie zou kunnen worden uitgesproken daar waar het gaat om de meting van CO₂ en andere broeikasgassen en stoffen van luchtverontreiniging, de inzet van satellietdata voor naleving van internationale akkoorden, maar ook het controleren van nationale subsidies, het bewaken van de biodiversiteit, het systematisch opsporen en bestrijden van milieucriminaliteit of het vroegtijdig identificeren van risico's op natuurrampen als bosbranden of verdroging. Waar mogelijk wordt de vraagarticulatie ook afgestemd binnen en tussen departementen en domeinen, aangezien in veel gevallen gebruik zal worden gemaakt van vergelijkbare basisinformatie. De waterschappen met bijvoorbeeld hun Satdata project⁵² zijn hier binnen Nederland mogelijk het verst gevorderd. Alleen als de ambities en behoeften helder zijn en vraagbundeling plaatsvindt kunnen deze partijen ook gaan optreden als innovatieve inkopers van (deels) op satellietdata gebaseerde diensten. Bedrijven geven aan dat ze soms al aan veel pilots hebben meegewerkt en nu meer structureel diensten zouden willen aanbieden die ingepast zijn in de werkprocessen van gebruikers. Met het beschikbaar komen van meer satellietdata en een betere continuïteit richting de toekomst is een omslag van pilots naar reguliere inzet van satelliettoepassingen ook beter te realiseren.

3. Bevorder dat een digitale basisregistratie gaat ontstaan van de fysieke leefomgeving als startpunt voor uiteenlopende toepassingen.

Het gebruik van samenwerkingsverbanden is eerder aangemerkt als een van de kritische succesfactoren voor het realiseren van ruimtevaarttoepassingen. Organisaties vinden nog vaak in isolatie het wiel opnieuw uit. Het opmerkelijke aan veel satellietdatatoepassingen is echter dat zij vaak voor hen belangrijke mutaties toevoegen aan een digitale kaart (veelal een GIS-systeem), bijvoorbeeld verzakingsgegevens, verandering in bebouwing of grondroeringen of typen vegetatie. In bepaalde domeinen zoals water (waar afstemming plaats heeft in het Waterschapshuis) ontstaan wel verdichtingspunten zodat niet elk waterschap hoeft na te denken over dergelijke objectregistraties. Deze verdichtingspunten ontbreken echter in de meeste andere domeinen (denk aan veiligheidsregio's, de politie, verschillende inspecties, etc.).

Satellietdata moeten een plaats krijgen in de huidige geo-basisregistraties. Dat betekent dat de satellietdatacommunity beter betrokken moet zijn bij de geo-basisregistraties in Nederland en het door BSK getrokken project voor de doorontwikkeling ervan.⁵³ Verder zou vanuit de satellietdatahoek nauwer samengewerkt kunnen worden met gremia als het Beraad voor Geo-informatie (GI-beraad) en Geonovum/GeoSamen 2 waarin strategieën (nu GeoSamen

⁵⁰ Een bijzondere positie neemt Defensie in dat in een aantal gevallen zeer specifieke behoeften kent waarvoor geen commerciële oplossing beschikbaar is en een vraag die niet altijd gecombineerd kan worden met andere vragers. Dit is een van de redenen dat Defensie samen met de industrie haar eigen satelliet BRIK II heeft ontwikkeld.

⁵¹ Commissie Hordijk (2020). *Niet uit de lucht gegrepen – Een eerste rapport van het Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof*.

⁵² Zie <https://www.hetwaterschapshuis.nl/satdata-30>

⁵³ Zie <https://www.geobasisregistraties.nl/basisregistraties/doorontwikkeling-in-samenhang>

2) worden ontwikkeld rond standaardisering en uitwisseling van geo-informatie en de benutting van geo-informatie door overheidsorganisaties (inclusief het idee van een digitale tweeling van de fysieke leefomgeving).⁵⁴ Het is essentieel dat in dergelijke gremia de mogelijkheden van satellietdata bekend zijn. Satellietdata zou dan nadrukkelijker aangemerkt kunnen worden als onderdeel van de in Nederland beschikbare ruimtelijke data. Naast NSO zelf zouden ook de Adviescommissie Gebruik Satellietdata en Satellietdata Kennisoverleg zoals NSO die kent daarbij een rol kunnen spelen.

4. Besluit over de verdere doorontwikkeling van het Satellietdataportaal (SDP)

Een vierde handelingsperspectief is de doorontwikkeling van het Satellietdataportaal (SDP) dat door NSO begin 2012 is gelanceerd en in de loop der jaren is uitgebreid met satellietdata met een steeds hogere resolutie. In het SDP worden zowel ruwe data als (tot op zekere hoogte) voorbereide datasets aangeboden aan Nederlandse gebruikers.⁵⁵ Het aantal gebruikers hiervan is in de loop der jaren toegenomen. Het SDP is eind 2018 door de WUR positief geëvalueerd.⁵⁶ Vraag is hoe SDP verder moet worden ontwikkeld om het gebruik van satellietdata in maatschappelijke domeinen aan te jagen. Het SDP is een gedeelde basisvoorziening waarmee commerciële partijen aan de gang kunnen gaan om toepassingen te realiseren (of geavanceerde gebruikers die direct over voldoende expertise beschikken om zonder tussenkomst van commerciële aanbieders dergelijke toepassingen te realiseren). Tijdens de workshops en interviews is naar voren gebracht dat de satellietdata beter bruikbaar zouden moeten worden gemaakt voor eindgebruikers. Daarbij is geopperd dat naast ruwe data – waar sommige ontwikkelaars de voorkeur aan geven – meer informatieproducten en mogelijk ook tooling en algoritmes beschikbaar gemaakt zouden moeten worden in een volgende generatie SDP. Het SDP zou zelfs verder kunnen worden uitgebreid van dataplatform tot een expertisecentrum of andere operationele services zoals trainingen en opleidingen kunnen aanbieden. De vraag is echter wat nog tot de basisvoorziening behoort en waar de markt of in het geval van opleiding en training onderwijs- en kennisinstellingen het moet overnemen. Als een basisvoorziening te uitgebreid is kan het mogelijk ook marktverstrend werken t.o.v. commerciële aanbieders van toepassingen en wordt juist de categorie van bedrijven die data en informatieproducten kan omvormen tot bedrijfsspecifieke toepassingen gehinderd.

Het is belangrijk dat goed nagedacht wordt over hoe het SDP zich zou moeten doorontwikkelen. Vragen die daarbij bijvoorbeeld aan de orde zijn, zijn de volgende:

- Hoe kan de toekomstige beschikbaarheid van open data ook naar de toekomst veiliggesteld worden (dit is voor veel eindgebruikers een belangrijk aspect bij het switchen naar toepassingen op basis van satellietdata)?
- Hoe verhouden satellietdata zich ten opzichte van andere geo-informatie en hoe kan satellietdata daar beter op aansluiten (zie aanbeveling 4)?
- Hoe verhoudt het SDP zich tot Sentinel data⁵⁷ die inmiddels ook vrij beschikbaar zijn? Welke informatieproducten, tooling en algoritmes zouden beschikbaar gemaakt kunnen worden en welke kosten zijn hiermee gemoeid?

⁵⁴ Zie <https://www.geonovum.nl/over-geonovum/actueel/geosamen-wijs-met-locatie-werkplaats-digital-twin>

⁵⁵ Zie <https://www.spaceoffice.nl/nl/satellietdataportaal/>

⁵⁶ <https://edepot.wur.nl/465491>

⁵⁷ Zie <https://scihub.copernicus.eu/>

- Hoe kijken marktpartijen hier tegenaan? Hoe ontwikkelen andere gemeenschappelijke data infrastructures, zowel binnen (bijvoorbeeld andere ruimtevaart dataportalen) als buiten de ruimtevaart zich?

5. Ga de dialoog met aanbieders van satellietdatatoepassingen aan

Voortbouwend op het voorgaande punt is het belangrijk de dialoog te voeren met aanbieders van satellietdatatoepassingen, bijvoorbeeld in de vorm van een marktconsultatie. Hoe kijken zij tegen de ontwikkeling van de markt voor satellietdatatoepassingen aan? Welke gemeenschappelijke voorzieningen zijn gewenst en zouden de markt een boost kunnen geven? Hoe kan een gemeenschappelijke voorziening enerzijds de toepassing versnellen, maar anderzijds het voldoende aantrekkelijk houden voor marktpartijen om op basis hiervan nieuwe toepassingen te creëren en een klantenkring op te bouwen (zie aanbeveling 4)? Is het voorstelbaar dat ook halffabricaten van aanbieders in het SDP beschikbaar komen waardoor als het ware een etalage ontstaat voor hen? Kunnen aanbieders ook gezamenlijk verder geïntegreerde satellietdatatoepassingen ontwikkelen? Ook dient nagegaan te worden welke typische Nederlandse sterktes zoals toepassingen op basis van verzakingsdata, toepassingen in landbouw (deels op basis van omvangrijke investeringen in het G4AW programma⁵⁸) of kennis van meting van gassen (CO₂, stikstof, ammoniak) en fijnstof in de atmosfeer (verder) kunnen worden uitgebouwd tot exportproducten.

6. Stimuleer het ontstaan van centres of excellence op gebied van toepassingen van satellietdata in combinatie met gerichte inspanningen om de impact van kennisinstellingen te vergroten

Een laatste handelingsperspectief om aanbod en gebruik van satellietdatatoepassingen aan te jagen zou kunnen zijn het daadwerkelijk of virtueel concentreren van de inspanningen in een of meerdere te ontwikkelen centres of excellence. Deze suggestie is in meerdere workshops en interviews gedaan. Nederland kent zowel aan de upstream als de downstream kant duidelijke sterktes: door die sterktes zichtbaar samen te brengen kan ook de toepassingenkant worden versterkt. Het is daarbij belangrijk dat wordt aangesloten op urgente maatschappelijke vraagstukken. Daarbij zouden ook de inspanningen vanuit de kennisinstellingen gericht op impact kunnen worden betrokken. Het is bijvoorbeeld voorstelbaar dat er een virtuele bundeling van expertise komt op het vlak van navigatie of benutting van satellietdata op het gebied van klimaat en luchtkwaliteit. De verhuizing van SRON naar Leiden en de toenemende samenwerking tussen EUR, UL en TUD en de in september 2018 gesloten Regiodeal ESTEC en Space Campus⁵⁹ zou daarbij mogelijk ook een rol kunnen spelen, maar evengoed de nog lopende poging om de Copernicus Services uit Engeland naar Utrecht te halen.⁶⁰ Tot slot biedt het beoogde Nationaal Groeifonds in combinatie met de kabinetsstrategie voor onderzoeks- en innovatie-ecosystemen mogelijkheden om gericht partijen samen te brengen in dit domein.

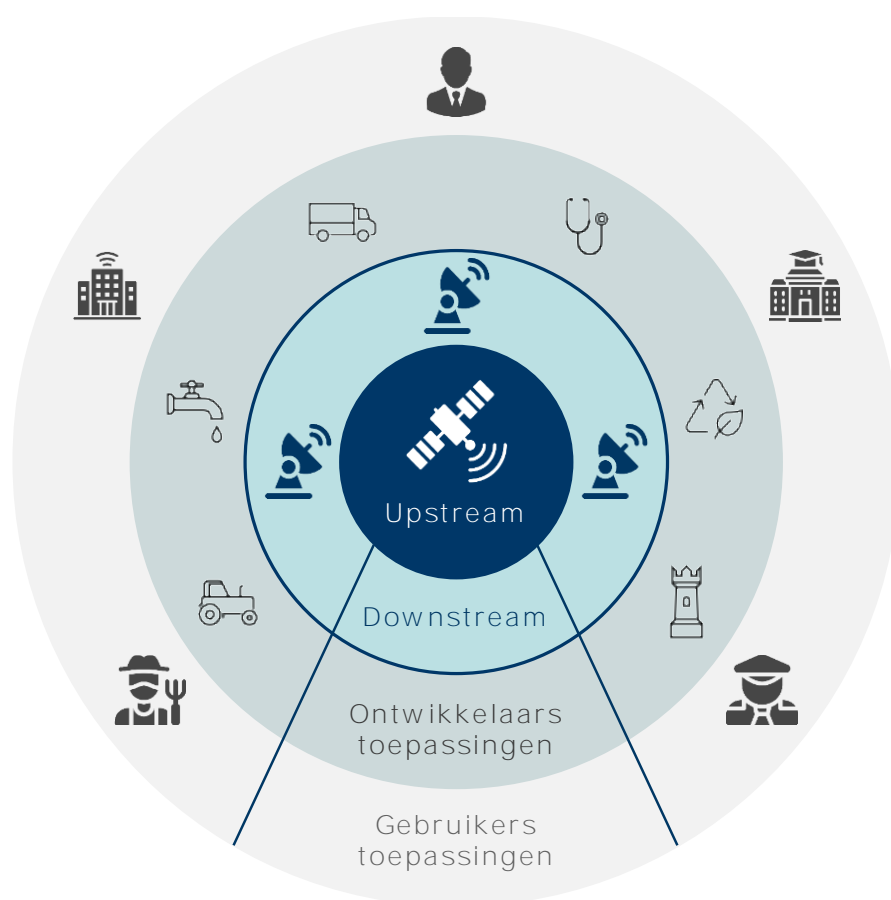
⁵⁸ Zie <https://g4aw.spaceoffice.nl/en/>

⁵⁹ Hier is afgesproken dat het Rijk, de provincie Zuid-Holland en de Gemeente Noordwijk samen maximaal € 26 mln. Investeren in een internationale ontmoetingsplek op het ESTEC-terrein (als onderdeel van een meer open innovatieomgeving en als onderdeel van de verdere inbedding van ESTEC in Nederland) en de verdere ontwikkeling en organisatie van Space Campus Noordwijk, zie <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2018/09/06/regio-deal-estec-en-space-campus-noordwijk>

⁶⁰ Zie Algemeen Dagblad, 21 juni 2020.

Bijlage 1. Discussie afbakening ruimtevaartsector

Volgens het eerdere OECD-handboek omtrent het meten van de ruimtevaartsector uit 2012, is een generiek geaccepteerde definitie van de ruimtevaartsector als volgt (vertaald uit OECD, 2012): "De ruimtevaartsector omvat alle actoren die betrokken zijn bij de systematische toepassing van technische en wetenschappelijke disciplines op de exploratie en het gebruik van de ruimte, een gebied dat zich uitstrekt tot buiten de aardse atmosfeer". Echter, in eerste versies van het nieuwe handboek van OECD (2020) wordt aangegeven dat, met het oog op de recente trends, deze definitie ook zijn tekortkomingen heeft. In de laatste tien jaar is het aantal publieke en private actoren betrokken bij ruimtevaart gerelateerde activiteiten wereldwijd toegenomen, waarbij de ruimtevaart toepassingen in veel verschillende sectoren (buiten de ruimtevaart zelf) zijn doorgedrongen. Volgens OECD (2020) laten recente trends zien dat bovenstaande definitie daarbij te smal is om deze activiteiten te omvatten. Er zijn hierbij verschillende interpretaties welke activiteiten wel of niet binnen deze ruimere afbakening van de ruimtevaartsector zouden moeten vallen. De voornaamste discussie betreft of de definitie voor de afbakening van de ruimtevaartsector enkel de actoren moet omvatten die producten of technologieën produceren in de traditionele ruimtevaartsector, of ook de actoren die commerciële activiteiten uitvoeren die direct profiteren van deze ruimtevaartproducten en of -technologieën. Onderstaande figuur 9 beoogt dit te verduidelijken.



Figuur 9 Schillen ten behoeve van afbakening ruimtevaartsector

In figuur zijn vier verschillende 'schillen' onderscheiden: (1) upstream, (2) downstream, (3) van de ruimtevaart afgeleide activiteiten in andere sectoren waarbij gewerkt met (mede op basis van) op ruimtevaarttechnologie gebaseerde toepassingen, en: (4) eindgebruikers die gebruik maken van toepassingen met een ruimtevaarttechnologie component.

Het grote verschil tussen downstream-bedrijven en bedrijven die zich bezighouden met van ruimtevaart afgeleide activiteiten is dat downstream-bedrijven zich bezighouden met het verwerken van de ruwe satellietdata. In de derde schil, wordt er gewerkt met de verwerkte data van de downstream bedrijven, waarbij deze data wordt toegepast (value adding) in verschillende domeinen zoals bijvoorbeeld Defensie, Landbouw, Milieu, Energie. Deze bedrijven kunnen dan ook wel worden omschreven als de 'toepassers' van bijvoorbeeld al bewerkte satellietdata. De directe economische waarde van deze value adders/toepassers voor de Nederlandse ruimtevaartsector is lastig in geld en mankracht uit te drukken maar is volgens internationale schattingen, ook gerelateerd aan geo-informatie, juist heel erg groot.

Bij de vierde schil kan gedacht worden aan een boer die gebruikt maakt van een precisie-landbouwtoepassing, verladers en vervoerders die gebruik maken van geavanceerde tracking & tracing toepassingen, een onderzoeker die beter in staat is milieucriminaliteit op te sporen of een burger die de weersverwachting of een luchtkwaliteitsverwachting checkt.

De derde en vierde 'schil' zijn zoals eerder aangegeven in deze studies niet meegenomen voor het bepalen van de economische betekenis van de ruimtevaartsector.

Bijlage 2. Bepaling economische impact ruimtevaartsector

Om een goede inschatting te maken van de economische impact van de ruimtevaartsector hebben we drie componenten onderscheiden en hebben we deze drie componenten aan het eind van de rit bij elkaar opgeteld:

1. Directe economische impact; aantal werknemers (FTE) in de ruimtevaartsector, de productiewaarde van de ruimtevaartsector en de toegevoegde waarde van de ruimtevaartsector.
2. Indirecte economische impact via toeleveranciers; de ruimtevaartsector zelf is niet de enige die profiteert van de aanwezigheid van de ruimtevaart. Er zijn diverse toeleveranciers aan de ruimtevaartsector, die ook economisch baat hebben bij de sector.
3. Indirecte economische impact via buitenlandse werknemers en bezoekers; de ruimtevaartsector in Nederland zorgt voor buitenlandse werknemers en bezoekers die anders niet in Nederland waren geweest. Deze mensen hebben bestedingen in Nederland, waar diverse partijen op hun beurt economisch baat bij hebben (bijv. de horeca).

Per component zullen we hier uiteenzetten hoe de schattingen methodologisch ingericht zijn.

Directe economische impact - afbakening

Om de directe economische impact van de ruimtevaartsector te bepalen moet eerst helder zijn wat de afbakening van de ruimtevaartsector is. De ruimtevaartsector laat zich niet vangen door de bestaande en veel gebruikte sectorclassificering 'Standaard Bedrijfsindeling (SBI)'. Om deze reden hebben we samen met experts in het veld een op maat gemaakte lijst met organisaties samengesteld, zie bijlage 2.

De organisaties die tot de ruimtevaartsector behoren betreffen bedrijven in de upstream en downstream, universitaire onderzoeksgroepen, kennisinstellingen en ESA-ESTEC. Voor iedere categorie organisaties hebben we een aparte route gehanteerd om de directe economische impact te bepalen.

Directe economische impact – bedrijven upstream en downstream

De maatwerklijst met spelers in de ruimtevaartsector bevatten circa 150 bedrijven. Voor alle bedrijven hebben we een inschatting gemaakt of ze in de upstream en/of downstream actief zijn. Daarnaast hebben we voor ieder bedrijf in het handelsregister (en/of hun eigen website) een relevant KVK-nummer opgezocht. Dit heeft geresulteerd in een lijst van KVK-nummers met bijbehorende 'typen' (upstream/downstream).

Deze lijst hebben we vervolgens bij het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) aangeboden, waarna het CBS ze in de CBS-microdata-omgeving heeft geïmporteerd en versleuteld. De KVK-nummers worden hiermee gepseudonimiseerd, waardoor we als onderzoekers de bedrijven niet meer individueel kunnen herkennen, maar hen wel kunnen koppelen aan andere databestanden middels dit pseudoniem. Voor de meeste bedrijfsstatistieken binnen het CBS worden zogenaamde 'bedrijfseenheden' gebruikt; dit zijn de eenheden die een economische activiteit verrichten, en zij bestaan uit één of meerdere KVK-nummers. Via het Algemeen Bedrijvenregister hebben wij de lijst met KVK-nummers gekoppeld aan de bijbehorende bedrijfseenheden (BE_ID's).

Voor deze groep bedrijven hebben wij het aantal FTE, de productiewaarde en de toegevoegde waarde kunnen bepalen. Het aantal FTE hebben wij direct uit het Algemeen Bedrijvenregister kunnen halen, en dit is een registerbestand waarbij de benodigde data voor alle bedrijven beschikbaar is. De productiewaarde en toegevoegde waarde zijn iets complexer. Deze volgen primair uit de Productiestatistieken, maar deze cijfers zijn gebaseerd op een steekproef, waardoor er geen integrale dekking is over alle bedrijven. We hebben de lijst met ruimtevaartbedrijven eerst gekoppeld aan de Productiestatistieken, en vervolgens nog aan het bestand 'Inward_FATS', waarna slechts een kleine groep bedrijven nog een missende waarde had. Voor deze groep bedrijven hebben we de productiewaarde en toegevoegde waarde geïmputeerd op basis van de data die we hebben voor alle andere bedrijven. Dit hebben we specifiek gedaan door de mediaan te nemen van respectievelijk de productiewaarde en toegevoegde waarde per FTE, en dit te vermenigvuldigen met het aantal FTE van het bedrijf waar de waarden voor misten. Aangezien de grote spelers meer kans hebben om opgenomen te zijn in de Productiestatistieken, en daarmee een relatief hogere waarde zullen kennen, hebben we gekozen voor de mediaan voor imputatie en niet het gemiddelde (de groep grotere spelers zou vermoedelijk tot een overschatting leiden). Na deze stap houden we het aantal FTE, de productiewaarde en toegevoegde waarde voor ieder individueel bedrijf over.

De resultaten van het bovenstaande leiden tot een grove overschatting van de omvang van de ruimtevaartsector, omdat niet 100% van de activiteiten van ieder bedrijf ruimtevaartgerelateerd zijn. Daarom dienen we te corrigeren voor het aandeel van de werknemers, productiewaarde en toegevoegde waarde dat wél ruimtevaartgerelateerd is. Deze informatie wordt niet standaard geregistreerd. Om deze reden hebben we in de survey gevraagd naar het aantal FTE en het aantal FTE dat ruimtevaartgerelateerd is, en hebben we gevraagd naar de omzet en de omzet die ruimtevaartgerelateerd is. Met de respons op de survey is het hierdoor mogelijk geworden om een schatting te maken van het aandeel dat ruimtevaartgerelateerd is. Belangrijk hierbij is dat er vooral grote verschillen bestaan op basis van bedrijfsgrootte. Bedrijfjes van 1-3 werknemers zijn typisch 100% ruimtevaartgerelateerd, terwijl dat bij hele grote bedrijven slechts 1% of 2% is. Verschillen tussen upstream en downstream konden wij niet duidelijk opmaken op basis van de survey, en hebben de correctiefactoren derhalve enkel gebaseerd op de bedrijfsgrootte. Op basis van de survey hebben we een paar groepen kunnen destilleren met bijbehorende percentages voor de benodigde correctie. Merk daarbij op dat er amper verschillen bleken te zijn tussen het aandeel FTE dat ruimtevaartgerelateerd is en de omzet die ruimtevaartgerelateerd is (deze percentages waren nagenoeg gelijk):

Aantal werknemers	Aandeel ruimtevaartgerelateerd
1-3	100%
4-50	70%
50-400	30%
>400	2%

Binnen de microdata-omgeving hebben we voor ieder bedrijf bovenstaande percentages gehanteerd. Dit betekent inherent dat op individueel niveau sommige bedrijven worden onderschat en sommige overschat, maar op de gehele populatie zou het een goede schatting moeten opleveren.

Om inzicht te krijgen in de bandbreedte van mogelijke resultaten bij wisselende correctiefactoren, hebben we ook een 'laag' en een 'hoog' scenario uitgerekend, waarbij we kunstmatig de correctiefactoren respectievelijk lager en hoger hebben ingesteld. Hieronder geven we een overzicht van de verschillende scenario's:

	Scenario 0 – ongecorrigeerd	Scenario 1 – laag	Scenario 2 – middel	Scenario 3 – hoog
1-3	100%	70%	100%	100%
4-50	100%	50%	70%	90%
50-400	100%	15%	30%	45%
>400	100%	1%	2%	5%

Voor de directe economische bijdrage van bedrijven in **2018** leidt dit tot de volgende uitkomsten:

	Scenario 0 – ongecorrigeerd	Scenario 1 – laag	Scenario 2 – middel	Scenario 3 – hoog
Aantal FTE -upstream	9245	768	1346	2041
Aantal FTE – downstream	9655	465	788	1263
Productiewaarde – upstream	1933	132	254	348
Productiewaarde - downstream	2264	221	415	569
Toegevoegde waarde – upstream	924	61	118	164
Toegevoegde waarde - downstream	983	58	115	157

De diverse scenario's laten zien dat de resultaten zeer gevoelig zijn voor het toedelingspercentage, met name bij de grote(re) bedrijven. In dit rapport hebben wij het scenario 'middel' als uitgangspunt gekozen, omdat deze percentages overeenkomen met de resultaten uit de survey. Hoewel een flink aandeel van alle bedrijven de survey heeft ingevuld, blijven deze percentages een schatting en zit er een zekere mate van onzekerheid in de resultaten.

Directe economische impact – universitaire onderzoeksgroepen

Voor de universitaire onderzoeksgroepen hebben we de relevante onderzoeksgroepen in kaart gebracht. Voor iedere groep hebben we een schatting gemaakt van het aantal werknemers en het aandeel dat zich bezighoudt met ruimtevaart. Het aantal medewerkers is niet gelijk aan het aantal FTE, omdat niet iedereen fulltime werkt. Om hier zo goed mogelijk voor te corrigeren, hebben we gebruik gemaakt van een deeltijdfactor gerapporteerd door het CBS op Statline ('Werkzame beroepsbevolking; arbeidsduur'). Dit resulteert in onderstaande tabel met een totale schatting van 612 FTE. Hoewel dit uiteraard een schatting is, zou de ordegrrootte een vrij goed beeld moeten geven⁶¹.

⁶¹ Naast de schatting van het aantal werknemers van de onderzoeksgroepen dat zich bezighoudt met ruimtevaart, hebben een aantal onderzoeksgroepen deze cijfers ook zelf aangeleverd aan Dialogic. Waar dit van toepassing is, zijn de aangeleverde cijfers in plaats van een schatting gebruikt. Tot slot ontbreken er bij een aantal onderzoeksgroepen gegevens m.b.t. het aantal medewerkers, waardoor

Onderzoeksgroep	Type instelling	Inschatting % ruimtevaart	Totaal medewerkers	Deeltijd_gecorrigeerd (0,75)
UvA: Anton Pannekoek Institute for Astronomy (NOVA)	Universitaire groep	50%	90	33,8
UvA: Institute of Physics	Universitaire groep	17%	202	34,0
UvA: Aardwetenschappen	Universitaire groep	5%		0,0
UvA: Van 't Hoff Institute for Molecular Sciences	Universitaire groep	2%		0,0
RUG: Kapteyn Instituut (NOVA)	Universitaire groep	50%	129	48,4
RUG: Van Swinderen Institute for Particle Physics and Gravity (VSI)	Universitaire groep	10%	26	2,0
RUG: Center for Isotope Research	Universitaire groep	2%	36	0,5
RUG: DTPA	Universitaire groep	2%	40	0,6
RUG: ENTEG	Universitaire groep	2%		0,0
RUG: ZIAM	Universitaire groep	0%		0,0
RUG: KVI-CART	Universitaire groep	2%	60	0,9
UL: Sterrewacht Leiden / Leiden Observatory (NOVA)	Universitaire groep	50%	225	84,4
UL: Faculteit der Rechtsgeleerdheid: International Institute of Air and Space Law	Universitaire groep	25%	11	2,1
UL: Lorentz Institute for theoretical physics (onderdeel LION)	Universitaire groep	5%	16	0,6

deze niet zijn meegenomen in de schatting. Hierdoor is het mogelijk dat het totale aantal FTE dat zich bezighoudt met ruimtevaart bij de onderzoeksgroepen een onderschatting is van de werkelijkheid.

Onderzoeksgroep	Type instelling	Inschatting % ruimtevaart	Totaal medewerkers	Deeltijd_gecorrigeerd (0,75)
UL: Centrum voor Milieuwetenschappen (CML)	Universitaire groep	10%	141	10,6
UL: Naturalis Biodiversity Center	Universitaire groep	1%		0,0
RU: Department of Astrophysics, onderdeel van IMAPP (NOVA)	Universitaire groep	50%	71	26,6
RU: Department of High Energy Physics, onderdeel van IMAPP	Universitaire groep	2%	47	0,7
RU Institute for Molecules and Materials	Universitaire groep	1%	246	1,8
TU Delft: Astrodynamics and Space Missions (AS)	Universitaire groep	100%	38	28,5
TU Delft: Space Systems Engineering (SSE)	Universitaire groep	100%	28	21,0
TU Delft EWI	Universitaire groep	2%	1165	17,5
TU Delfts Civil Engineering and Geoscience, Geoscience and Remote Sensing	Universitaire groep	50%	90	33,8
TU Delft Civil Engineering and Geoscience, Watermanagement (IHE Delft)	Universitaire groep	25%		0,0
TU Delft 3 ME	Universitaire groep	5%		0,0
TU/e: CAI, Center for Astronomical Instrumentation (i.s.m. RU)	Universitaire groep	25%	13	2,4
UT: MESA+	Universitaire groep	5%	595	22,3
UT: ITC	Universitaire groep	50%	357	133,9

Onderzoeksgroep	Type instelling	Inschatting % ruimtevaart	Totaal medewerkers	Deeltijd_gecorrigeerd (0,75)
UU Faculty of Geosciences, Earth Sciences	Universitaire groep	3%	191	6
UU Faculty of Geosciences, Physical Geography	Universitaire groep	15%	78	8,8
UU: IMAU, Geowetenschappen	Universitaire groep	5%	71	2,7
VU Faculty of Science, Earth Sciences: Geology and geochemistry cluster	Universitaire groep	16%	62	10,0
VU IVM	Universitaire groep	5%	105	3,9
WUR Environmental research (diverse groepen) (stond voorheen: WUR Milieukunde/Environmental research (daarbinnen Environmental Systems analysis; Hydrology and quantitative Watermanagement; Laboratory of Geo Information Sciences; Meteorology and Air Quality -> doorgestreept door RK)	Universitaire groep	15%	325	36,6
WUR Laboratory of Geo-information Science and Remote Sensing	Universitaire groep	47,5%	80	38,0
Totaal Universitaire groepen			4795	612

Om van het aantal FTE naar de productiewaarde en toegevoegde waarde te komen hebben we als basis dezelfde verhouding gebruikt als in de MKBA uit 2016. Wel hebben we gecorrigeerd voor het feit dat de loonkosten in de periode 2014-2018 gestegen zijn met circa 10% (bron: CBS Statline, 'Cao-lonen, contractuele loonkosten en arbeidsduur').

Directe economische impact – kennisinstellingen

Voor de instellingen TNO, NLR, KNMI, SRON en ASTRON hebben we het aantal FTE (relevant voor de ruimtevaart) uit de survey kunnen halen. Voor het schatten van de productiewaarde en toegevoegde waarde hebben we dezelfde methode gehanteerd als voor de wetenschap.

Directe economische impact – ESTEC

Voor het bepalen van de directe economische impact van ESTEC hebben we contact opgenomen met ESTEC. Zij hebben ons toegestuurd hoeveel FTE zij in dienst hebben en inhuren. Op basis van deze FTE hebben we de productiewaarde en toegevoegde waarde ingeschat, waarbij we de verhoudingen tussen FTE en deze waarden uit 2016 als basis hebben genomen, en ook hier een correctie van +10% hebben toegepast vanwege stijgende loonkosten in de periode 2014-2018.

Indirecte economische impact – toeleveranciers

De aanwezigheid van de ruimtevaartsector is ook van belang voor toeleveranciers buiten de ruimtevaartsector. In het onderzoek van 2016 is ingeschat hoeveel productiewaarde, werkgelegenheid, en toegevoegde waarde de toeleveranciers van de ruimtevaartsector kennen als gevolg van de ruimtevaartsector. Dit is gebaseerd op input-out-tabellen van het CBS, gecombineerd met de sectorale opbouw (SBI-codes) van de ruimtevaartsector als geheel. Hier zijn zogenaamde verhoudingsgetallen of 'multipliers' uit voortgevloeid. Iedere euro productiewaarde in de ruimtevaartsector gaat gepaard met een hoeveelheid productiewaarde bij toeleveranciers, en in het verlengde daarvan met een zekere werkgelegenheid en toegevoegde waarde.

Voor het bepalen van de indirecte economische impact via toeleveranciers hebben we dezelfde multipliers gebruikt die resulteerden uit het input-/output-model in 2016. Naar verwachting zijn in enkele jaren de verhoudingen in het input-output-model niet wezenlijk veranderd.

Indirecte economische impact – buitenlandse werknemers en bezoek

De aanwezigheid van de ruimtevaartsector gaat ook gepaard met buitenlandse werknemers die anders niet in Nederland geweest waren, en bezoek dat anders niet naar Nederland was gekomen. In het onderzoek van 2016 is ook een inschatting gemaakt van het aantal buitenlandse werknemers en bezoek. Deze personen kennen op hun beurt zekere bestedingen, die weer leiden tot werkgelegenheid en toegevoegde waarde in Nederland. Vergelijkbaar met de indirecte economische impact via toeleveranciers hebben de uitkomsten geresulteerd in verhoudingsgetallen.

Voor het bepalen van de indirecte economische impact via buitenlandse werknemers en bezoek hebben we dezelfde verhoudingsgetallen uit 2016 als uitgangspunt genomen. We hebben gerekend met eenzelfde percentage buitenlandse werknemers, en eenzelfde ratio in overnachtingen en bestedingen. Wel hebben we hier ook de correctie toegepast om voor de hogere lonen en bestedingen te corrigeren.

Bijlage 3. Lijst ruimtevaartbedrijven

Lijst met namen organisaties gebruikt voor bepalen directe en indirecte economische impact

20tree.ai
52Impact
Acacia Water
Advanced Lightweight Engineering B.V.
Aerospace Propulsion Products B.V.
AeroVision
Airborne Composites / Airborne aerospace
Airbus Defence and Space Netherlands
Algoritmica
Antea Group
ARCADIS
ARS Traffic & Transport Technology
ASTRON
ATG Europe
Avionics Control Systems B.V.
Avy
Bayards Aluminium Constructies B.V.
Bioclear
Birds.AI
Black Holes
Blackshore
BOC MetOcean
Bradford Engineering / Bradford Space
BZ Ingenieurs & Managers
Capable BV
Carthago Consultancy
Celestia Satellite Test & Simulation BV
CGI Nederland
Claassens Defense & Space Consultancy
Cosine Measurement B.V.
Culgi
Dacom
Datacraft
Dawn Aerospace
Deltares
Delta-Utec
Disdrometrics BV
Dutch Thermoplastic Components
ECM Technologies BV

eFarmer
eLeaf
Ellipsis Earth Intelligence
ESRI
E-Stone
European Test Services
Eurosense BV (The Netherlands)
ExxFire
First Element
Fokker technologies, onderdeel van GKN Fokker Aerospace
Fugro (Seastar)
Futurewater
Geo4A
GeoBusiness Nederland
GeoCat
Geodan
GeoRas
Geosense
GreenCityWatch
GTM Advanced Structures
HDES
Hermess
Hiber
HKV Lijn in Water
Hoefsloot Spatial Solutions
Hydrologic
Hydron energy
Hyperion Technologies
Infoplaza Marine Weather NL
Inmarsat
InTech
Iriiwatch
ISIS
KNMI
Kok & van Engelen Composite Structures (KVE)
Kryoz
Lens R&D
Leuveco
LioniX International BV
Machinefabriek West End BV
Magion Industrial Software Solutions BV
MARIENE INFORMATIE SERVICE MARIS / MARIS BV
MEANDAIR
MetaMeta
MetaSensing

Milan Innovincy
MiraMap
MottMcDonald
Nelen & Schuurmans
NEO BV
Neways Micro Electronics
NLR
NTS
OptNet
Orbital Eye BV
Owl tech
ParkBee
Pentacon
Photonis Netherlands B.V.
PM-Aerotec
Promolding
Rhea Group
RoyalHaskoningDHV
Sarvision
Satelligence
Schonenborg Space Engineering BV
Science and Technology Corporation / S&T
Sensar
SES New Skies
SkyGeo
Skytree
SmartFarmSensing
Sobolt
Social Charging
Solartechno
Space Horizon
Space4Good
Spaceborne
SRON
Stellar Space Industries
Stichting international groundwater resources assesment centre
Svasek Hydraulics
Sweco (voorheen Grontmij)
swyMe
SystematIC
Taniq
Technolution
Tecnotion bv
TERMA
TerraSphere

Tf2 devices B.V.
Thales Cryogenics B.V. (Land and Joint Division)
T-Minus Engineering
TNO
TOPIC Embedded Systems
Trefoil Analytics
TriOpSys
Uitgeest Mechanische Industrie BV
VanderSat
Verhaert
Viasat
Water Insight BV
Water Watch Foundation
Weather Impact
West Consulting BV
Witteveen en Bos

Bijlage 4. Survey ruimtevaartsector

Onderdeel A

Algemene informatie over uw organisatie

Deze algemene informatie is van belang om de verschillende typen organisaties uiteen te kunnen zetten. Voor de bedrijfseconomische gegevens vragen we u naar de situatie in 2018 (omdat we uw gegevens combineren met CBS-gegevens die tot en met 2018 bij CBS bekend zijn). Voor alle andere vragen mag u de huidige stand van zaken invullen.

A.1 Naam organisatie

A.1 Wat is de naam van het bedrijfsonderdeel waaronder de ruimtevaart gerelateerde activiteiten zijn ondergebracht?

Indien er geen sprake is van een apart bedrijfsonderdeel, kunt u de naam van uw organisatie invullen.

A.2 Activiteiten organisatie ruimtevaartsector

A.2.1 Tot welk type behoort uw organisatie?

- Private sector (startup)
- Private sector (tot 250 werknemers)
- Private sector (250 of meer werknemers)
- Publieke sector (overheid)
- Publieke sector (onderzoeksinstelling)
- Publieke sector (onderwijsinstelling: universiteit, hogeschool of mbo)

A.2.2 In welke categorie(ën) passen de ruimtevaart gerelateerde activiteiten van uw organisatie het beste?

Toelichting Upstream: bedrijven die zich bezighouden met de ontwikkeling, productie, lancering en beheer van ruimtevaartuigen, ruimtestations en satellieten. Dit omvat de ruimtevaartinfrastructuur zelf.

Toelichting Downstream: deze bedrijven houden zich bezig met het ontwikkelen van toepassingen voor het maatschappelijk gebruik (de output van) ruimtevaartactiviteiten. Het zijn bedrijven die dataverwerking uitvoeren op satellietdata of producten (hardware) leveren om de uitvoering van deze dataverwerking te ondersteunen.

- Upstream - Hardware (zoals onderdelen van ruimtevaartuigen en/of systeemintegratie)
- Upstream - Software (embedded software)
- Upstream - Onderzoek
- Upstream - Overige dienstverlening (zoals consulting of engineering detachering)
- Downstream - Hardware (zoals ondersteunende systemen aan verwerking satellietdata)
- Downstream - Software (zoals modellen en dataprocessing)

- Downstream - Onderzoek
- Downstream - Operator (zoals een operator van ruimtevaartinfrastructuur, bijvoorbeeld telecommunicatie)
- Downstream - Overige dienstverlening (diensten op basis van ruwe satellietdata)

A.2.3 Betreffen de ruimtevaart gerelateerde activiteiten van uw organisatie één of meerdere van de volgende toepassingen?

In het invulvak onderdaan kunt u - indien nodig - een gerelateerde toepassing invullen die niet in de lijst staat.

- Satellietnavigatie
 Satellietcommunicatie
 Aardobservatie
 Geen van bovenstaande

A.2.4 Kunt u een preciezere toelichting/omschrijving geven van de ruimtevaart gerelateerde activiteiten die u organisatie onderneemt?

A.3 Aantal medewerkers in 2018

Kunt u van uw organisatie een indicatie geven van...

A.3.1 Het totaal aantal medewerkers van uw organisatie dat werkzaam is in Nederland (2018, in fte)?

Toelichting: FTE staat voor fulltime-equivalent. We willen graag het aantal medewerkers uitgedrukt hebben als voltijdsmedewerkers. We vragen naar de data van 2018 ivm beschikbare CBS data in 2018.

Vul hier het aantal medewerkers in fte in

A.3.2 Het totaal aantal medewerkers van uw organisatie, werkzaam in Nederland, dat ruimtevaart gerelateerde activiteiten uitvoert (2018, fte)?

Let op: het antwoord moet kleiner of gelijk zijn aan het aantal fte bij A.3.1.

Vul hier het aantal medewerkers in fte in

A.3.3 Het percentage medewerkers (werkzaam in Nederland, dat ruimtevaart gerelateerde activiteiten uitvoert) dat is ingehuurd of gedetacheerd vanuit een andere organisatie (in 2018)?

Vul hier een percentage tussen de 0 en 100 in

A.3.4 Het percentage medewerkers (werkzaam in Nederland, dat ruimtevaart gerelateerde activiteiten uitvoert) dat een opleiding HBO/WO-niveau heeft (in 2018)?

Vul hier een percentage tussen de 0 en 100 in

A.4 Loonkosten medewerkers in 2018

A.4 Kunt u een inschatting geven dan de gemiddelde jaarlijkse loonkosten per medewerker in Nederland, in 2018?

Toelichting: Loonkosten is het brutoloon inclusief de sociale premies de werkgever dient af te dragen. De gemiddelde loonkosten per werknemer kan bijvoorbeeld worden berekend door de totale loonkosten (van de winst- en verliesrekening) te delen door het aantal FTE werknemers.

Vul hier een inschatting van de loonkosten in Euro's in, bijvoorbeeld: 80000

A.5 Omzet in 2018

A.5.1 Kunt u een indicatie geven van de omzet/baten in 2018 van uw organisatie?

Toelichting: Omzet wordt gedefinieerd als de verkoop van goederen en diensten op de markt (met inbegrip van alle belastingen, met uitzondering van de BTW).

Voor organisaties uit de publieke sector geldt niet de omzet maar het totaal van de begroting.

Geef hier een indicatie van de omzet in Euro's, bijvoorbeeld: 1000000

A.5.2 Hoe groot is het aandeel van de omzet/baten (uit 2018) gerelateerd aan ruimtevaart activiteiten (in %)?

Vul hier een percentage tussen de 0 en 100 in

A.5.3 Welk percentage van uw omzet (gerelateerd aan ruimtevaart activiteiten) komt uit het buitenland?

Toelichting: hiermee wordt de omzet bedoeld die voortkomt uit goederen en/of diensten die vanuit Nederland aan afnemers in een ander land worden verkocht.

Vul hier een getal in tussen 0 en 100

A.6 Groei 2018 ten opzichte van 2014

A.6 In welke mate is het ruimtevaart gerelateerde bedrijfsonderdeel in 2018 ten opzichte van 2014 gegroeid?

- >+50%
- +25% tot +50%
- +10% tot +25%
- 0% tot +10%
- ~0%
- 0% tot -10%
- 10% tot -25%
- 25% tot -50%
- <-50%

Onderdeel B

Ruimere doorwerking activiteiten organisatie

In de onderstaande vragen proberen we meer inzicht te krijgen in de ruimere doorwerking van uw producten en diensten in de rest van de maatschappij. Hierbij wordt ook uitgevraagd hoe uw kennis gerelateerd aan ruimtevaart wordt gedeeld met de rest van de maatschappij.

B.1 Klantenbestand organisatie

B.1.1 Uit welke sectoren en segmenten zijn uw klanten afkomstig? Kruis de vakjes aan met de sectoren en segmenten.

Kruis voor elke sector aan wat voor uw organisatie van toepassing is - meerdere segmenten per sector mogelijk.

Kruis voor elke sector aan wat voor uw organisatie van toepassing is - meerdere segmenten per sector mogelijk.

	Business to business (B2B)	Business to government (B2G), incl. EU, EUMETSAT, ESA, etc.	Business to consumer (B2C)	Niet van toepassing
Upstream ruimtevaart	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Downstream ruimtevaart	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gezondheidszorg & welzijn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Justitie, veiligheid en openbaar bestuur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Defensie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Landbouw, natuur en visserij	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transport en logistiek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Onderwijs, cultuur en wetenschap	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ICT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Media en communicatie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Techniek, productie en bouw	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Toerisme en recreatie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Handel en dienstverlening	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Infrastructuur en waterstaat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anders, namelijk:

Vul hier de overige sector(en) en bijbehorende segment(en) in die niet in bovenstaande matrix staan

B.2 Huidige ruimere doorwerking maatschappij

B.2 Welke toepassingen of uitvindingen van uw organisatie, resulterend uit de ruimtevaart gerelateerde activiteiten, zijn inmiddels doorgedrongen tot burgers en/of Nederlandse organisaties buiten de ruimtevaart? Kunt u daar voorbeelden van geven?

Voorbeelden van toepassingen: *precision farming, dijkmonitoring vanuit de ruimte, monitoren van grootschalig grondverzet.*

B.3 Kennisdeling

B.3.1 Welke vormen van kennisdeling zijn voor uw ruimtevaart gerelateerde activiteiten van belang?

	Zeer belangrijk	Belangrijk	Redelijk belangrijk	Enigszins belangrijk	Onbelangrijk
Geven van presentaties/workshops op (inter)nationale congressen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vastleggen en delen/verkoppen van licenties en/of patenten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Publiceren van artikelen en/of onderzoek in wetenschappelijke of vaktijdschriften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tijdelijk uitzenden/uithuren/detacheren van werknemers of tijdelijk in dienst nemen van werknemers van andere organisaties	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Initiëren van spin-off activiteiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B.3.2 Zijn er nog andere kennisoverdracht activiteiten die uw organisatie in de afgelopen twee jaar (2018-2019) heeft ondernomen?

Denk daarbij bijvoorbeeld aan het geven of volgen van trainingen en opleidingen.

B.4 Innovatiesamenwerking

B.4 Heeft uw organisatie in de afgelopen drie jaar (sinds 2017) samengewerkt met andere (internationale) instellingen of ondernemingen op het gebied van innovatie?

	NL	Europa	VS	Japan	China	Overige landen	Niet van toepassing
Dochterbedrijven	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leveranciers (apparatuur, materialen, onderdelen of software)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klanten uit de private sector	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klanten uit de publieke sector	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Organisaties (bijvoorbeeld concurrenten) uit uw sector	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consultants of private onderzoeksinstituten (labs etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Universiteiten of hogescholen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(Semi)publieke onderzoeksinstituten (TNO etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Onderdeel C

Impact van wetenschappelijk onderzoek

We willen graag een indruk krijgen van de het gebruik en de impact van het wetenschappelijk onderzoek binnen de ruimtevaartsector in Nederland op de bedrijvigheid in Nederland.

C. Gebruik wetenschappelijke inzichten

C.1 Wat zijn de belangrijkste kanalen die uw organisatie gebruikt om nieuwe wetenschappelijke inzichten te verwerven?

Kruis per optie aan in welke mate het van belang was voor uw organisatie om nieuwe wetenschappelijke inzichten te verwerven.

	Onbelangrijk	Enigzins belangrijk	Redelijk belangrijk	Belangrijk	Zeer belangrijk	Niet van toepassing
Wetenschappelijke publicaties	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vaktijdschriften	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Patentteksten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Informele contacten met wetenschappers	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studenten en afstudeerders	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lezingen en congressen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aannemen alumni van universiteiten/hogescholen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tijdelijke inhuur van wetenschappers/experts	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gezamenlijke R&D-projecten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Contractonderzoek	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Promotietrajecten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gedeelde onderzoeksfaciliteiten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(Deel)aanstellingen op universiteiten of hogescholen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Professionele organisaties	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reverse engineering (van onderdelen van) apparaten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="text" value="Anders"/>						

Tot slot

Ter afsluiting vragen we u de belangrijkste kansen en bedreigingen te noemen die van invloed zijn op de ontwikkeling van uw organisatie de komende vijf jaar. Meer specifiek vragen we u knelpunten te benoemen die het functioneren van uw organisatie belemmeren.

D. Verwachtingen, knelpunten, kansen en bedreigingen in de toekomst

D.1 Welke ontwikkelingen beschouwt u als belangrijke kansen voor de ruimtevaartactiviteiten van uw organisatie voor de komende vijf jaar (2020-2025)?

D.2 Welke ontwikkelingen beschouwt u als belangrijke bedreigingen voor de ruimtevaartactiviteiten van uw organisatie voor de komende vijf jaar (2020-2025)?

D.3 Heeft u één of meerdere knelpunten ervaren die de groei van de ruimtevaartactiviteiten van uw organisatie in Nederland belemmeren?

Selecteer wat voor uw organisatie van toepassing is. Meerdere antwoorden mogelijk.

- Knelpunten in investeringsklimaat
- Knelpunten in wet- en regelgeving
- Onvoldoende ondersteuning vanuit de overheid
- Knelpunten in beschikbaarheid en betaalbaarheid van productiemiddelen kapitaal, grondstoffen en energie
- Knelpunten rondom beschikbaarheid huisvestingsmogelijkheden
- Knelpunten rondom beschikbaarheid van gekwalificeerd personeel
- Knelpunten rondom kwaliteit logistieke infrastructuur
- Onvoldoende aanwezigheid van kwaliteit van lokale afzetmarkt
- Gebrek aan mogelijkheden om mee te doen in (inter)nationale programma's
- Onvoldoende beschikbaarheid van samenwerkingspartners
- Onvoldoende kwaliteit van digitale infrastructuur en toegankelijkheid van data
- Geen knelpunten ondervonden
- Anders, namelijk...

D.4 Is uw organisatie van plan om in de komende twee jaar uw ruimtevaart gerelateerde activiteiten (gedeeltelijk) naar het buitenland te verplaatsen? Zo ja, wat is daar de reden voor?

- Ja
- Nee

Afsluiting

U heeft het einde van de vragenlijst bereikt. Hartelijk dank voor uw bijdrage aan dit onderzoek.

Tot slot heeft u de gelegenheid om hieronder eventuele aanvullende opmerkingen te maken. Heeft u nog punten die u zou willen meegeven over dit onderwerp?

dialogic

Privacybeleid

Bijlage 5. Uitkomsten survey ruimtevaartsector

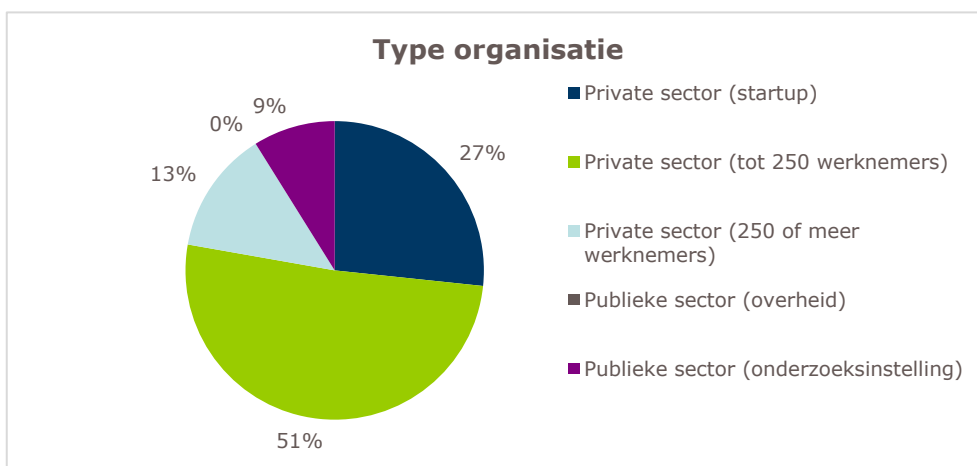
Onderdeel A: Algemene informatie organisatie

Type organisatie

Tot welk type behoort uw organisatie?

Type organisatie	n	%
Private sector (startup)	12	27%
Private sector (tot 250 werknemers)	23	51%
Private sector (250 of meer werknemers)	6	13%
Publieke sector (overheid)	0	0%
Publieke sector (onderzoekinstelling)	4	9%
Totaal	45	100%

Een kleine meerderheid van de organisaties die de survey hebben ingevuld, bestaat uit MKB tot 250 medewerkers. Het aandeel startups en grote bedrijven met 250 of meer medewerkers is zoals in de gehele sector bescheiden. Verder hebben 4 onderzoekinstellingen de survey ingevuld. Zoals aangegeven hebben we universiteiten buiten beschouwing gelaten, deze hebben geen survey link van ons ontvangen.



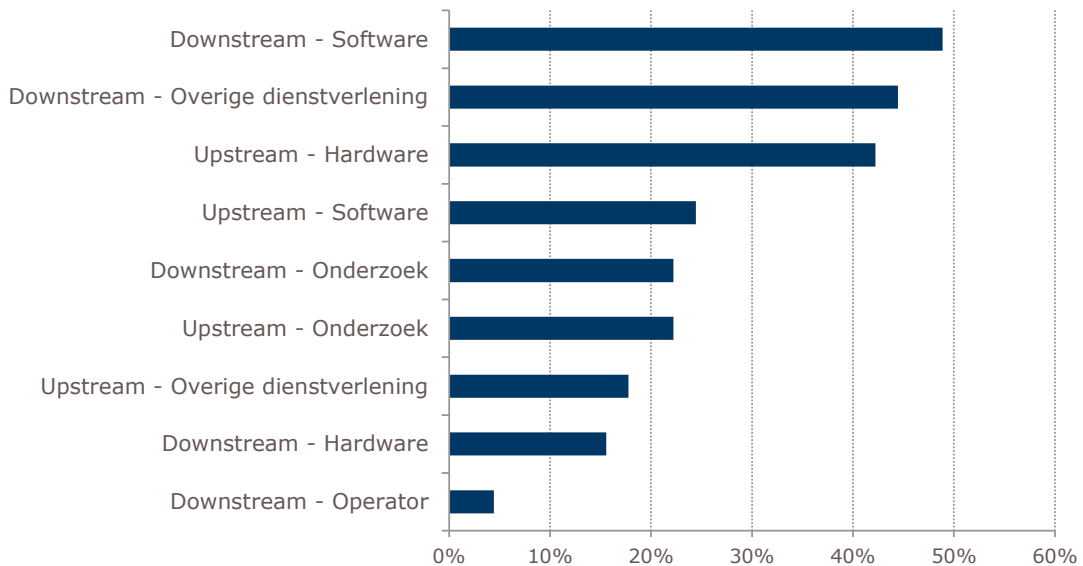
Ruimtevaart gerelateerde activiteiten organisatie

In welke categorie(ën) passen de ruimtevaart gerelateerde activiteiten van uw organisatie het beste (meerdere antwoorden mogelijk)?

Categorie activiteiten	n	%
Upstream - Hardware	19	42%
Upstream - Software	11	24%
Upstream - Onderzoek	10	22%
Upstream - Overige dienstverlening	8	18%
Downstream - Hardware	7	16%
Downstream - Software	22	49%
Downstream - Onderzoek	10	22%
Downstream - Operator	2	4%
Downstream - Overige dienstverlening	20	44%

De respondenten geven aan zowel binnen upstream als downstream actief te zijn (een combinatie van upstream en downstream is ook mogelijk). Van de 45 bedrijven geeft 49% aan actief te zijn in Downstream-software en 44% in Downstream-overige dienstverlening (diensten op basis van ruwe satellietdata). Daarnaast is 42% van de bedrijven actief in Upstream-hardware. Onder overige dienstverlening downstream vallen diensten op basis van ruwe satellietdata. De andere ruimtevaart gerelateerde activiteiten zijn minder vaak van toepassing, maar variëren tussen de 24 en 4 procent.

Type ruimtevaart gerelateerde activiteiten organisatie



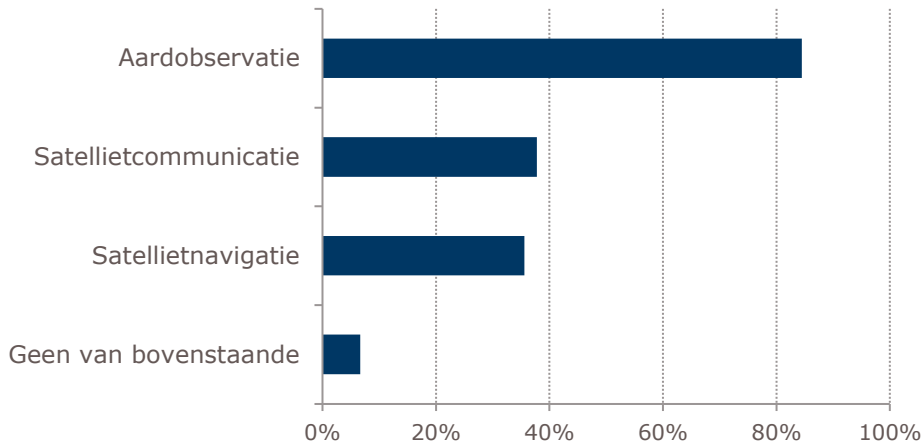
Gebruik ruimtevaarttoepassingen binnen ruimtevaart gerelateerde activiteiten organisatie

Betreffen de ruimtevaart gerelateerde activiteiten van uw organisatie één of meerdere van de volgende toepassingen (meerdere antwoorden mogelijk)?

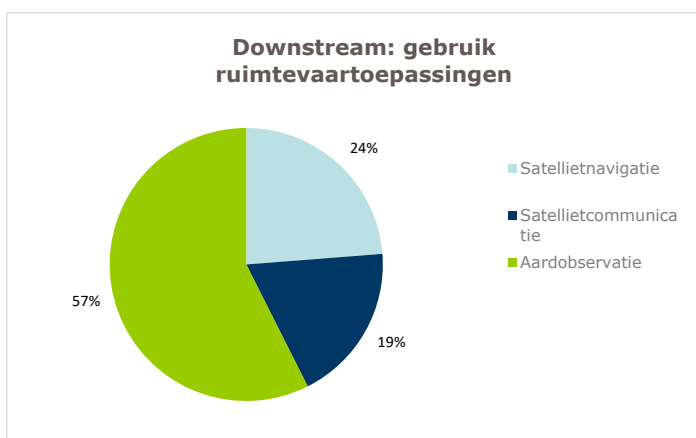
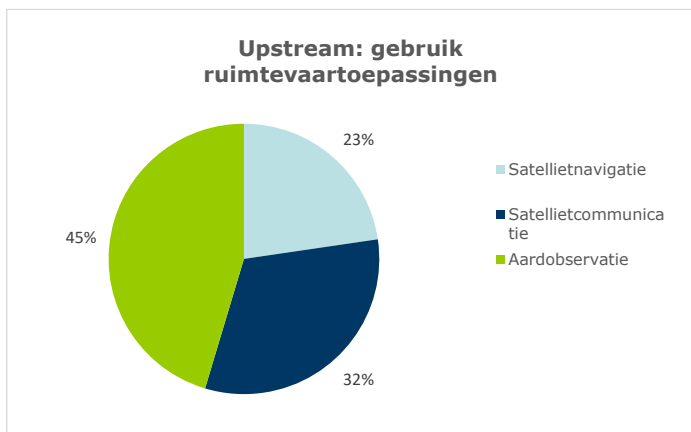
Ruimtevaart toepassing	n	%
Satellietnavigatie	16	36%
Satellietcommunicatie	17	38%
Aardobservatie	38	84%
Geen van bovenstaande	3	7%

Daarnaast is er ook uitgevraagd of de organisatie gebruik maakt van een of meerdere ruimtevaarttoepassingen. Voor 84% van de respondenten geldt dat er gebruik wordt gemaakt van aardobservatie. Daarnaast wordt ook satellietnavigatie en satellietcommunicatie toegepast, maar in mindere mate (respectievelijk 36 en 38%). Voor een paar bedrijven geldt dat er van geen van de toepassingen gebruik wordt gemaakt.

Gebruik ruimtevaarttoepassingen organisaties ruimtevaartsector



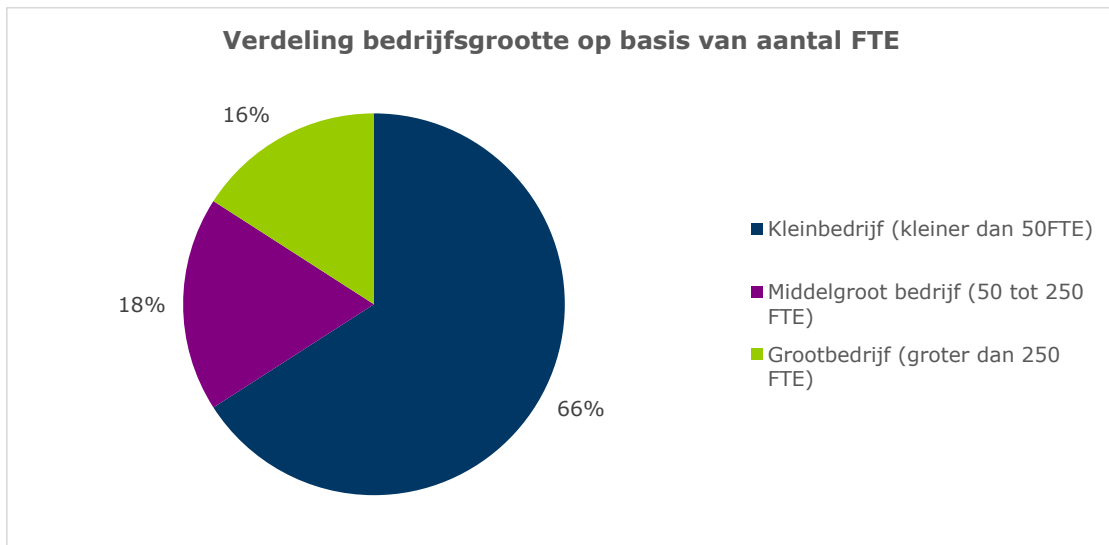
Binnen downstream wordt er gemiddeld meer gebruik gemaakt van aardobservatie dan bij upstream organisaties. Het gebruik van satellietnavigatie lijkt bij beide ongeveer gelijk. Echter wordt er bij upstream bedrijven meer gebruik gemaakt van satellietcommunicatie. Zie onderstaande cirkeldiagrammen.



Bedrijfs grootte naar categorie (op basis van aantal FTE in Nederland in 2018 in organisatie)

Categorie	n	%
Kleinbedrijf (kleiner dan 50FTE)	29	66%
Middelgroot bedrijf (50 tot 250 FTE)	8	18%
Grootbedrijf (groter dan 250 FTE)	7	16%
Totaal	44⁶²	100%

De meeste bedrijven die de survey hebben ingevuld, vallen onder de categorie van kleinbedrijf. Verder hebben een bijna gelijk aantal middelgroot en groot bedrijf de survey ingevuld.

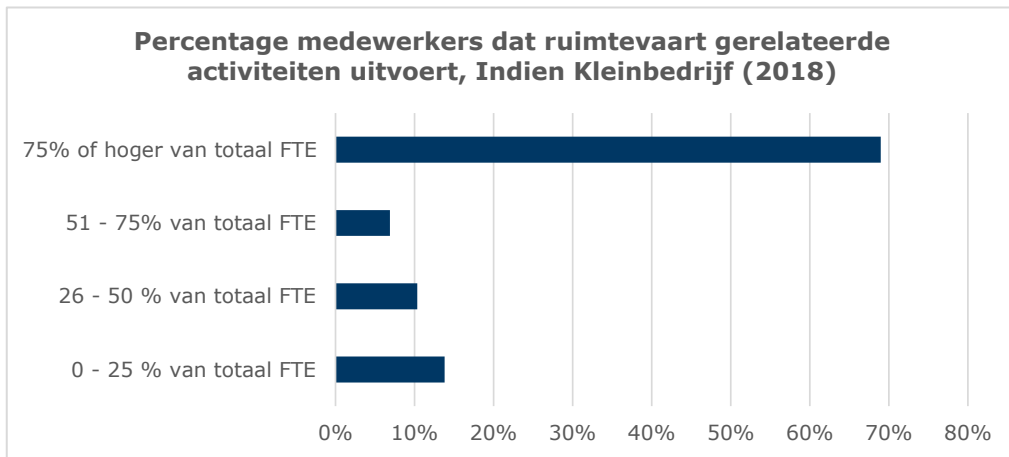


Indien het een kleinbedrijf betreft, is het overgrote deel van het personeel dat ruimtevaart gerelateerde activiteiten uitvoert (een percentage van 75% of hoger). Er zijn ook een aantal bedrijven waarbij dit percentage lager is. Bij middelgrote en grote bedrijven, is het percentage aan personeel dat ruimtevaart gerelateerde activiteiten uitvoert vaak lager. Dit is een logische observatie, omdat deze bedrijven vaak aparte afdelingen hebben waar ruimtevaart gerelateerde activiteiten worden uitgevoerd. Zie onderstaande tabellen en staafdiagrammen voor een overzicht.

Percentage medewerkers dat ruimtevaart gerelateerde activiteiten uitvoert, Indien Kleinbedrijf

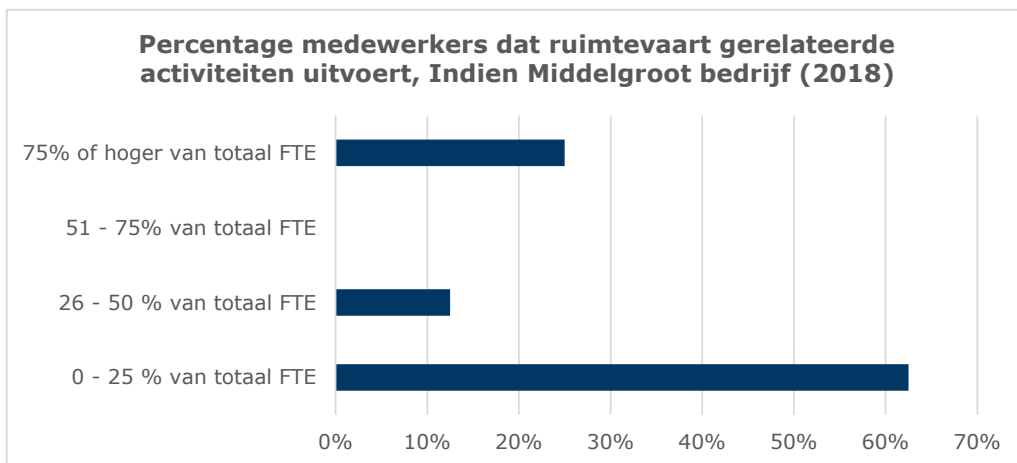
Categorie	n	%
0 - 25 % van totaal FTE	4	14%
26 - 50 % van totaal FTE	3	10%
51 - 75% van totaal FTE	2	7%
75% of hoger van totaal FTE	20	69%
Totaal	29	100%

⁶² Één bedrijf is buiten beschouwing gelaten, aangezien deze onvolledig is ingevuld, vandaar n = 44



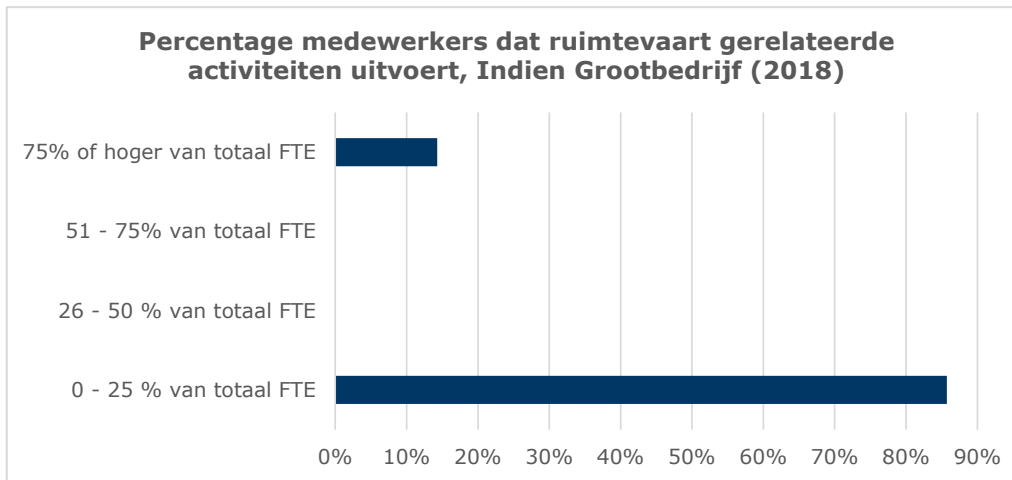
Percentage medewerkers dat ruimtevaart gerelateerde activiteiten uitvoert, Indien Middelgrootbedrijf

Categorie	n	%
0 - 25 % van totaal FTE	5	63%
26 - 50 % van totaal FTE	1	13%
51 - 75% van totaal FTE	0	0%
75% of hoger van totaal FTE	2	25%
Totaal	8	100%



Percentage medewerkers dat ruimtevaart gerelateerde activiteiten uitvoert, Indien Grootbedrijf

Categorie	n	%
0 - 25 % van totaal FTE	6	86%
26 - 50 % van totaal FTE	0	0%
51 - 75% van totaal FTE	0	0%
75% of hoger van totaal FTE	1	14%
Totaal	7	100%

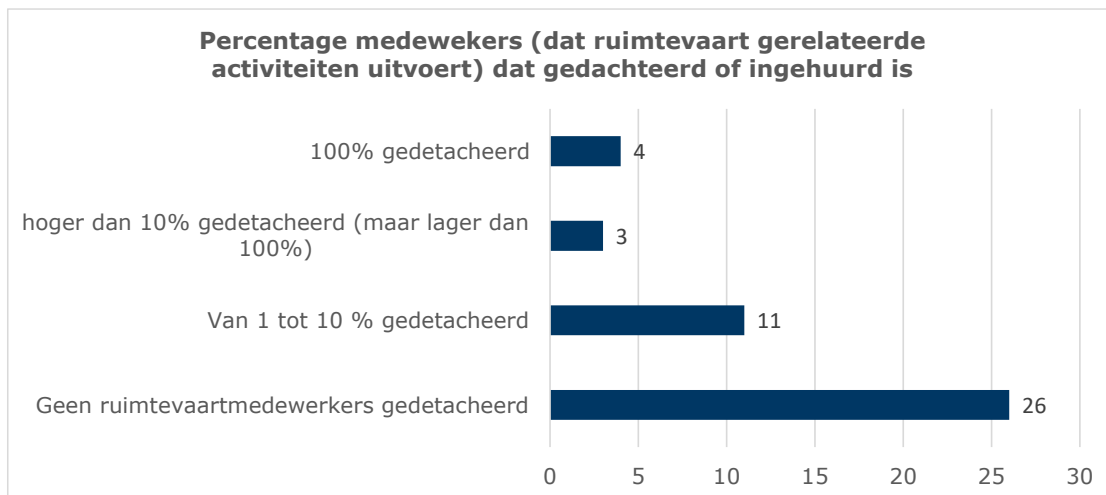


Detachering en opleiding medewerkers organisatie

Percentage medewerkers (dat ruimtevaart gerelateerde activiteiten uitvoert) ingehuurd of gedetacheerd (2018), n=44⁶³

Variabele	%
Gemiddelde	12,3
Minimum	0,0
Maximum	100,0

Gemiddeld gezien is 12,3% van de medewerkers dat ruimtevaartgerelateerde activiteiten uitvoert ingehuurd of gedetacheerd. Er zijn een groot aantal bedrijven (n=26) waarbij 0% van de medewerkers gedetacheerd is, terwijl er ook een paar bedrijven zijn (n=4) waarbij 100% van de werknemers (dat ruimtevaart gerelateerde activiteiten uitvoert) gedetacheerd is.

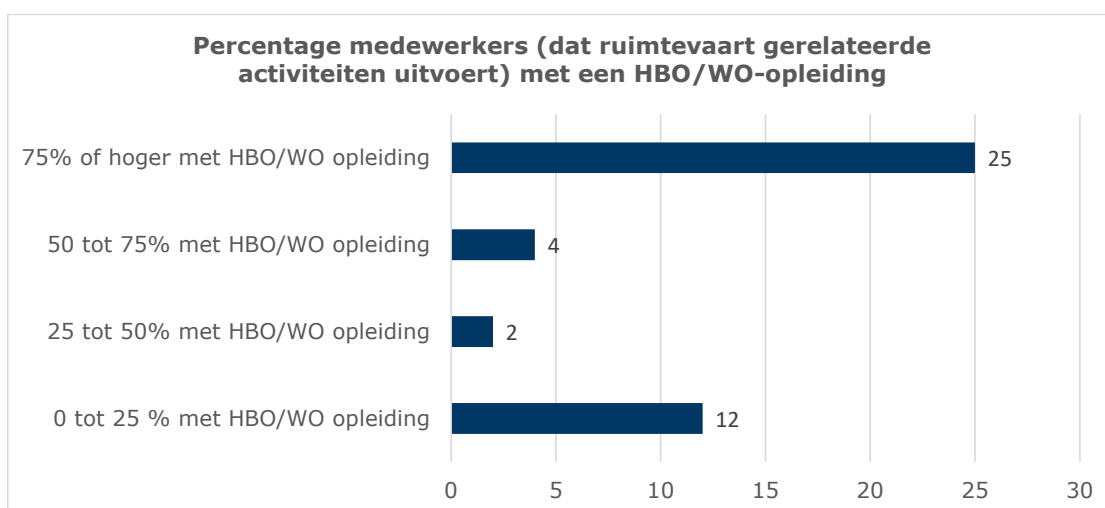


⁶³ n=44 omdat 1 respondent deze vraag niet heeft ingevuld.

Percentage medewerkers (dat ruimtevaart gerelateerde activiteiten uitvoert) dat een opleiding heeft op HBO/WO-niveau (2018), n=43⁶⁴

Variabele	%
Gemiddelde	64,1
Minimum	1,0
Maximum	100,0

Gemiddeld gezien heeft 64,1% van de medewerkers dat ruimtevaart gerelateerde activiteiten uitvoert een HBO- of WO-opleiding gehad. Voor merendeel van de respondenten (n=25) geldt dat een percentage van 75% of hoger van de medewerkers een HBO- of WO-opleiding heeft gehad. Bij een aantal bedrijven is dit zelfs 100% (n=15). Het valt op dat bij bedrijven waarvan 100% van de werknemers met ruimtevaart gerelateerde activiteiten een HBO- of WO-opleiding heeft afgerond, grotendeels activiteiten uitvoeren binnen de downstream sector, en dan met name downstream -software, of overige dienstverlening binnen de downstream sector.



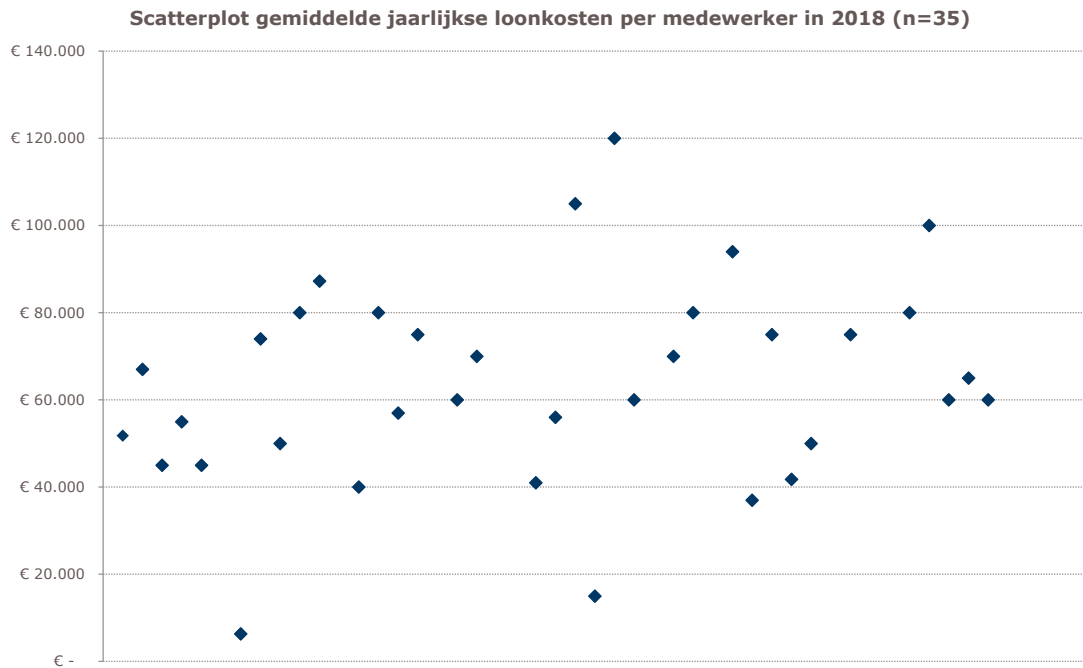
Gemiddelde loonkosten per medewerker organisatie (Nederland, 2018)

Gegevens jaarlijkse gemiddelde loonkosten per medewerker in Nederland in 2018, (n=35)⁶⁵

Categorie	Gemiddelde jaarlijkse loonkosten per medewerker	
Maximum	€	120.000
Minimum	€	6.300
Mediaan	€	60.000
Gemiddelde	€	63.658

⁶⁴ n=43, omdat 2 respondenten deze vraag niet hebben ingevuld

⁶⁵ n=35, aangezien niet alle respondenten verplicht waren deze vraag in te vullen. Sommige respondenten voelden zich er niet prettig bij om deze gegevens te delen.



Inschatting van de omzet van organisatie in 2018

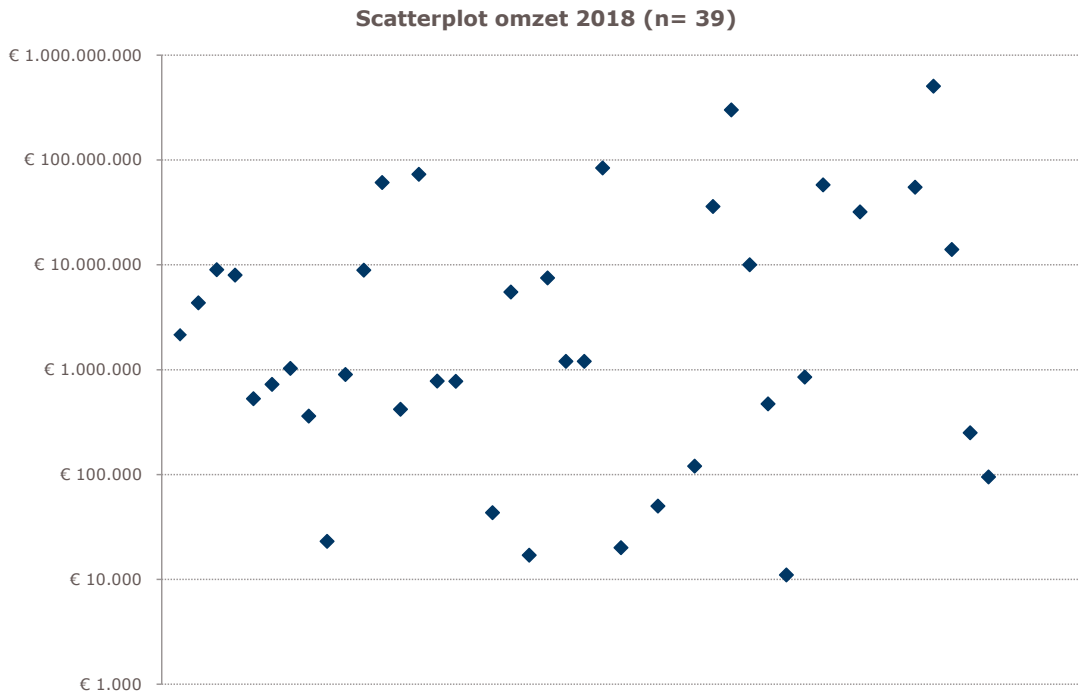
Gegevens omzet in 2018 (n=39⁶⁶)

Categorie	Omzet in 2018	
Maximum	€	505.000.000
Minimum	€	11.000
Mediaan	€	1.200.000
Gemiddelde	€	32.903.469

Buiten de gegevens over de omzet in 2018 in bovenstaande tabel, is het gemiddelde aandeel van de omzet uit 2018 (gerelateerd aan ruimtevaart activiteiten) 48,2 %. Dit percentage varieerde sterkst tussen respondenten. Voor 15 respondenten geldt dat 90 tot 100% van de omzet gerelateerd is aan de ruimtevaartactiviteiten. Echter geven 20 respondenten ook aan dat de ruimtevaart gerelateerde activiteiten (maar) goed zijn voor gelijk of minder dan 20% van de totale omzet.

Van de omzet dat gerelateerd is aan de ruimtevaart activiteiten, geldt dat gemiddeld 42,7 % uit het buitenland afkomstig is (omzet die voortkomt uit goederen en/of diensten die vanuit Nederland aan afnemers in een ander land worden verkocht). Ook hier geldt voor 10 bedrijven, dat 90 tot 100% van de omzet uit ruimtevaart gerelateerde activiteiten uit het buitenland afkomstig is. Voor een merendeel van de respondenten (n=19) geldt echter dat 20% of minder van de omzet gerelateerd aan ruimtevaart activiteiten uit het buitenland afkomstig is.

⁶⁶ n=39, gezien niet alle respondenten verplicht waren deze vraag in te vullen. Sommige respondenten voelden zich er niet prettig bij om deze gegevens te delen.



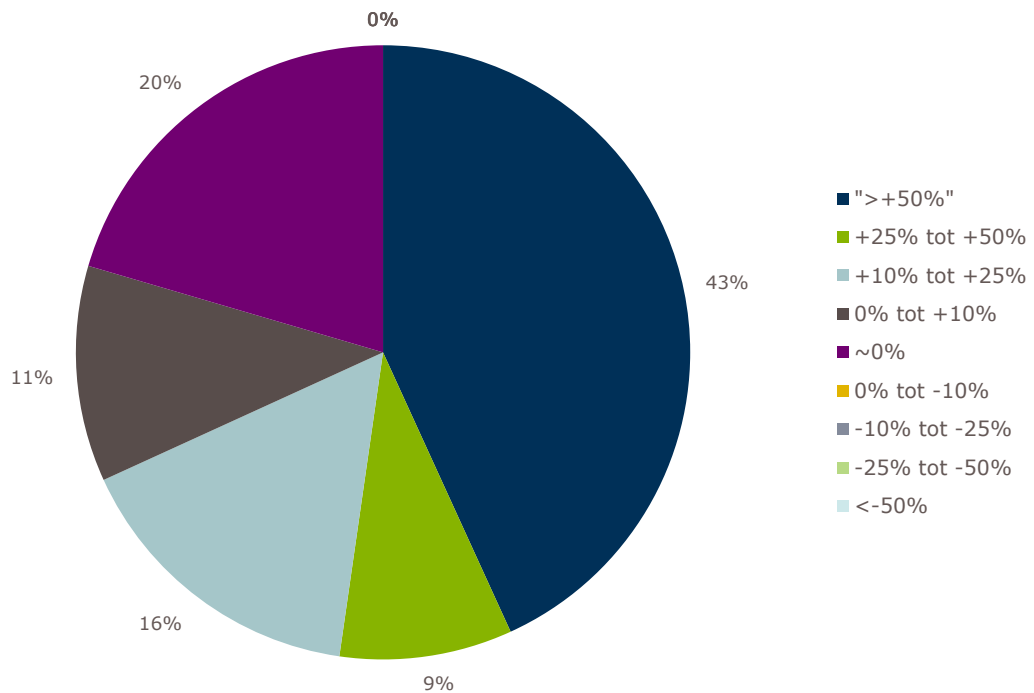
Groei ruimtevaart gerelateerde bedrijfs onderdeel in 2018 t.o.v. 2014

In welke mate is het ruimtevaart gerelateerde bedrijfs onderdeel in 2018 ten opzichte van 2014 gegroeid?

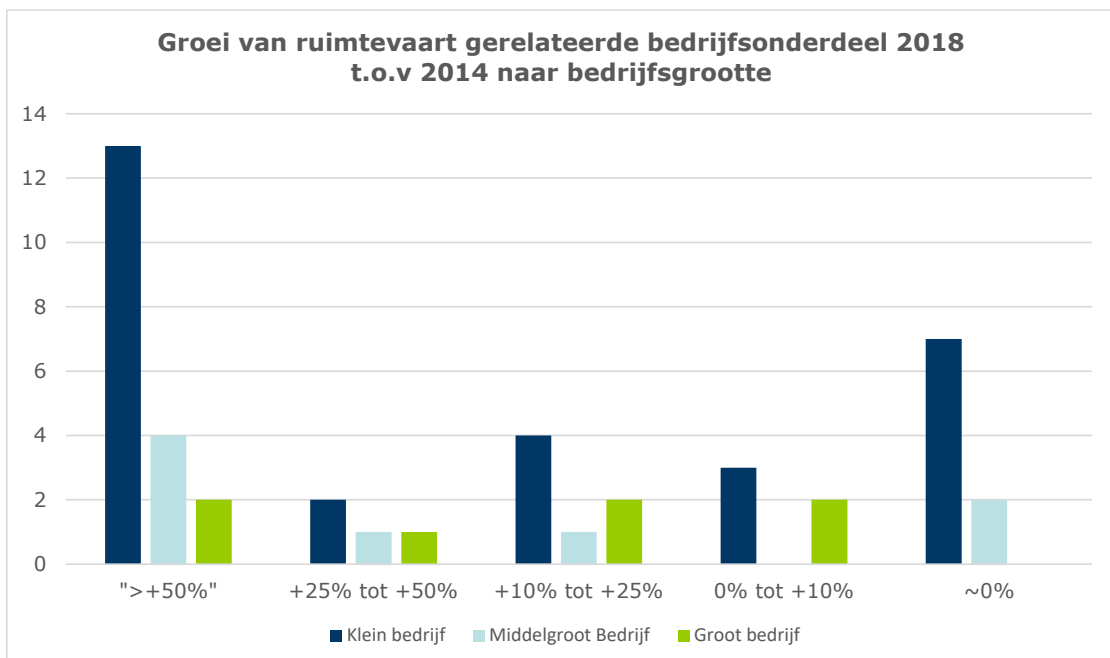
Categorie	n	%
>+50%	19	43%
+25% tot +50%	4	9%
+10% tot +25%	7	16%
0% tot +10%	5	11%
~0%	9	20%
0% tot -10%	0	0%
-10% tot -25%	0	0%
-25% tot -50%	0	0%
<-50%	0	0%
Totaal	44	100%

Uit de survey blijft dat 20% van de bedrijven geen en de overige 80% enige vorm van groei kent over de periode 2014-2018. 43% van de geënquêteerdebedrijven kent over deze periode een groei van meer dan 50% in de ruimtevaart gerelateerde bedrijfs onderdelen.

Verdeling groei van ruimtevaart gerelateerde bedrijfsonderdelen 2018 t.o.v. 2014

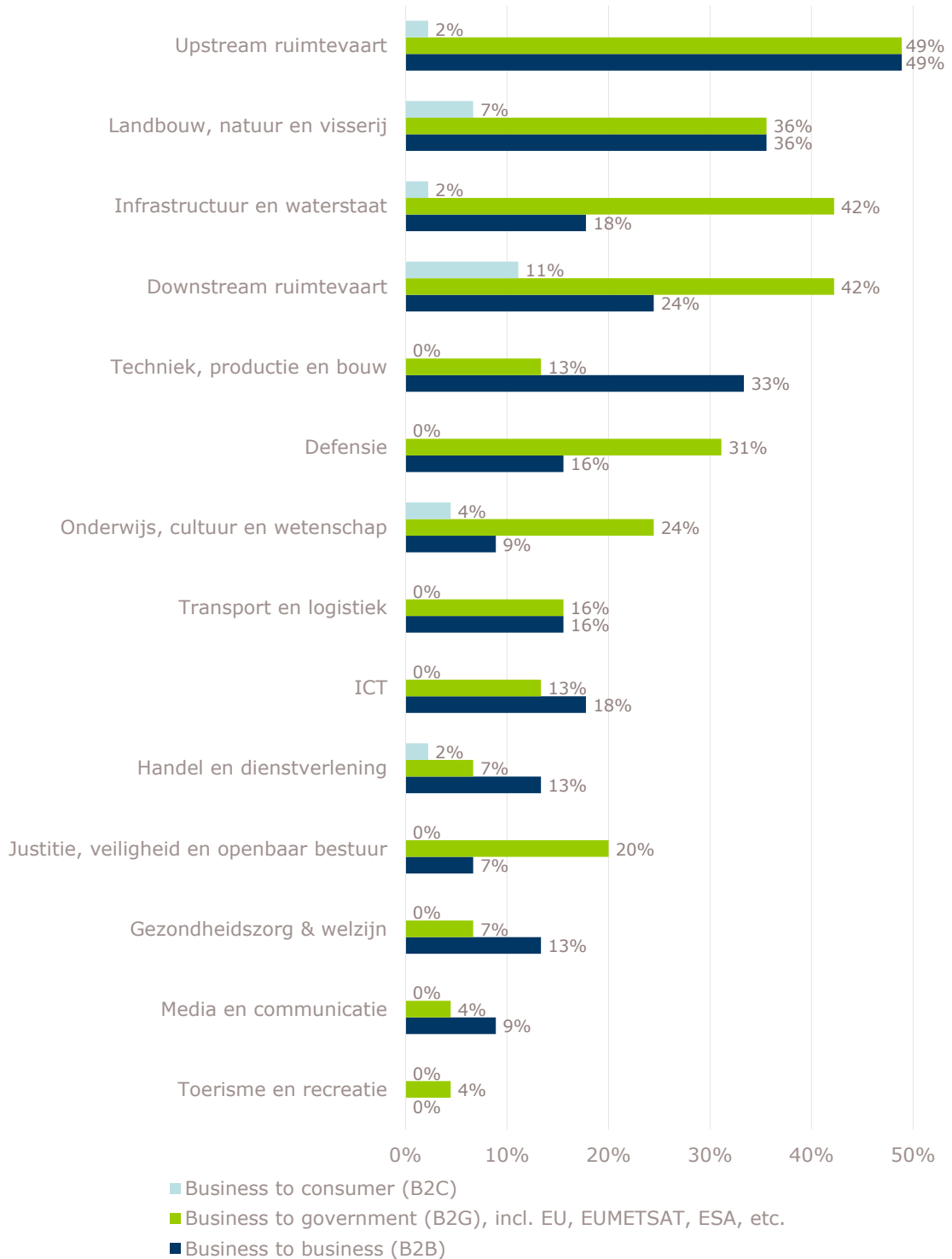


De verdeling van de grootte van de groei blijkt ook te verschillen per bedrijfsgrootte (gebaseerd op FTE). De resultaten hiervan zijn in onderstaande grafiek weergegeven. Zo blijkt dat vooral kleine bedrijven (minder dan 50 FTE) een groei meer dan 50% hebben ondergaan.



Onderdeel B: Ruimere doorwerking activiteiten organisatie

Sectoren en bijbehorende segmenten van klanten bedrijven ruimtevaartsector (meerdere antwoorden mogelijk)



Een klein deel van het klantenbestand is binnen het segment B2C. De meeste klanten vallen onder de segmenten B2B en B2G. Opvallend is dat er met name in de sector Infrastructuur

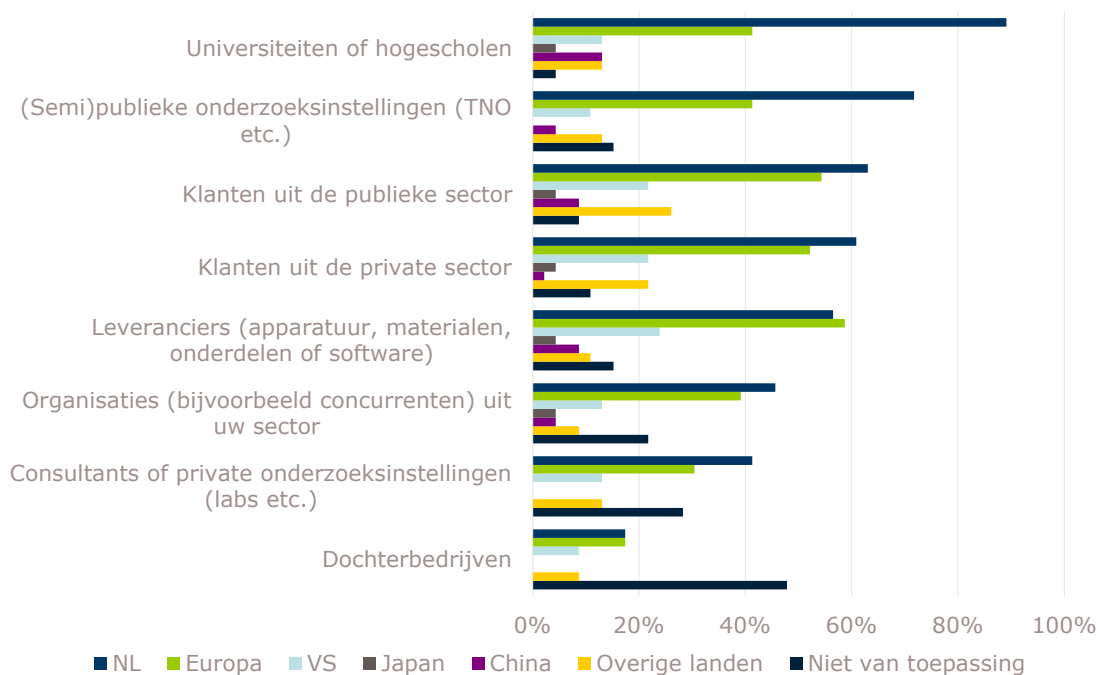
en waterstaat, Defensie, Landbouw, natuur en visserij, Downstream en Upstream de overheid als klant is. De klanten binnen het B2B segment, vallen met name in de sectoren Techniek, productie en bouw, ICT, Landbouw, natuur en visserij, Downstream en Upstream.

Vormen van kennisdeling van belang voor de ruimtevaart gerelateerde activiteiten organisatie



Over het algemeen worden alle soorten activiteiten om kennis te delen belangrijk gevonden. Het geven van presentaties/workshops op (inter)nationale congressen, het initiëren van spin-off activiteiten en het publiceren van artikelen en/of onderzoek in wetenschappelijke of vaktijdschriften worden hierbij als belangrijkste beschouwd.

Innovatiesamenwerking met andere (internationale) instellingen of ondernemingen

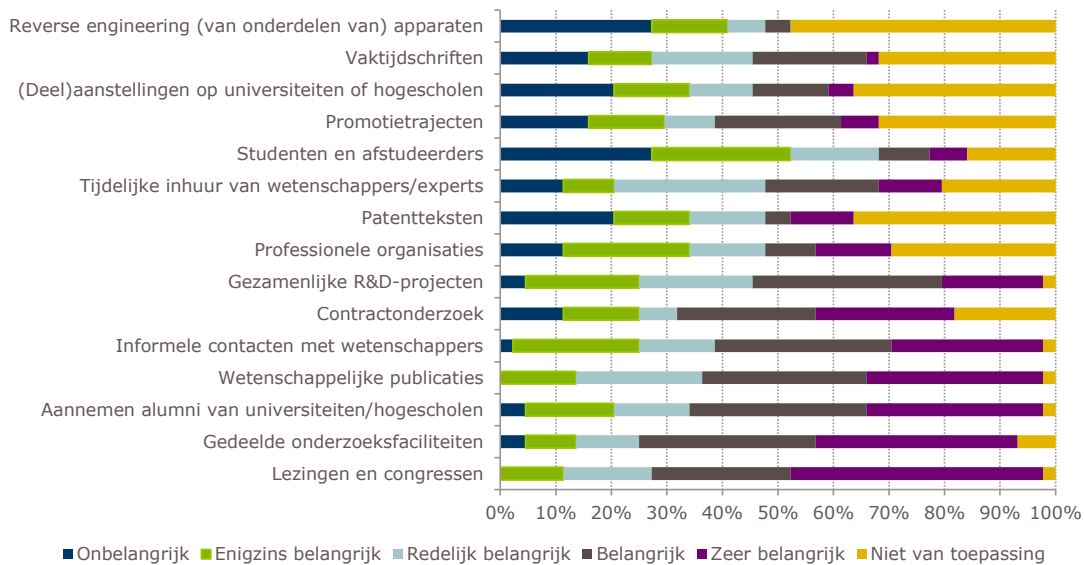


De meeste innovatiesamenwerkingen vinden plaats in Nederland of Europa. De VS, Japan en China in mindere mate. Er wordt het meeste samengewerkt met (semi) publieke onderzoeksinstituten, universiteiten of hogescholen, maar ook wel meer private partijen, zoals consultants, klanten en leveranciers. Het is niet voor elk bedrijf van toepassing dat er met een dochterbedrijf wordt samengewerkt, waarschijnlijk om de reden dat deze er niet altijd is.

Onderdeel C: Impact van wetenschappelijk onderzoek

Kanalen die gebruikt worden om nieuwe wetenschappelijke inzichten te verwerven

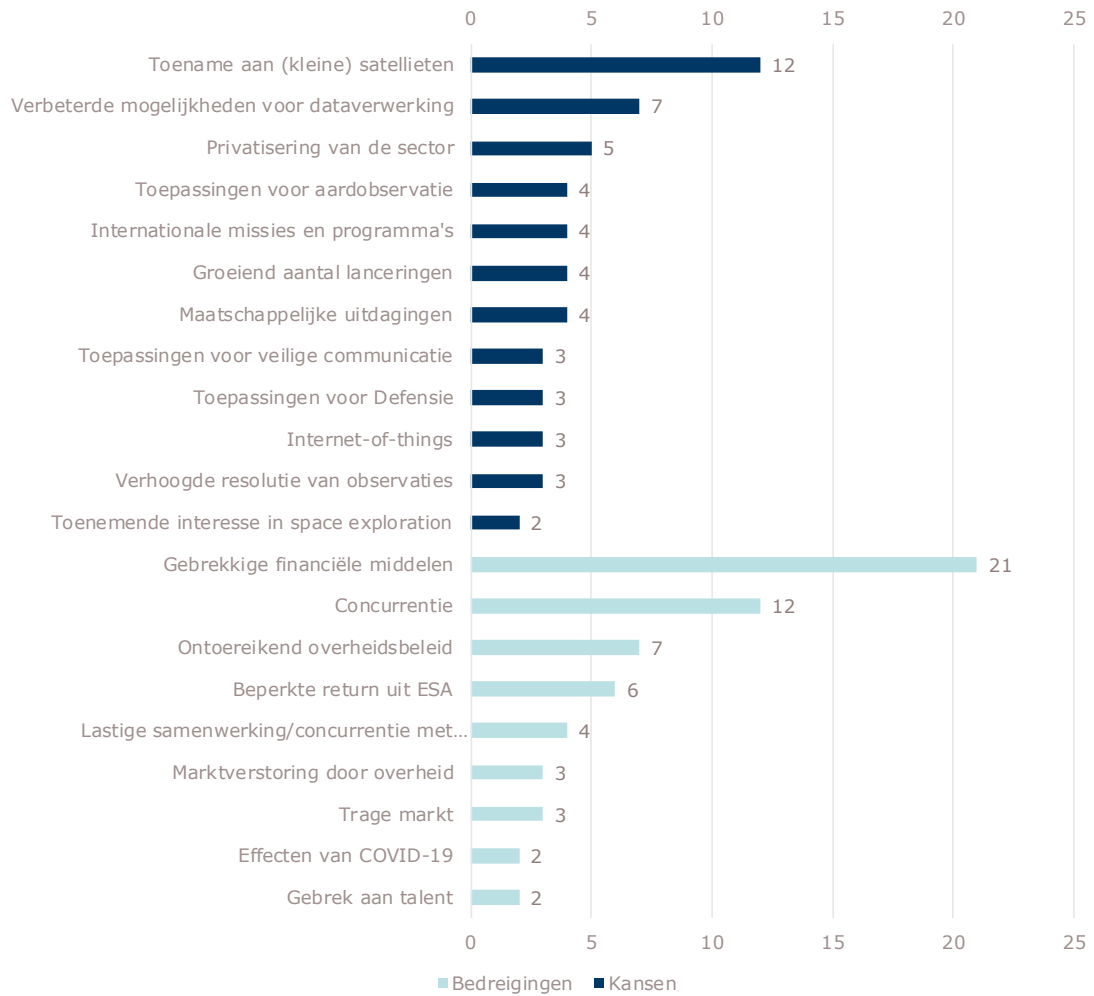
Het belang van verschillende kanalen om nieuwe wetenschappelijke inzichten te verwerven (in %)



Er wordt binnen de ruimtevaartsector van veel verschillende soorten kanalen gebruikt gemaakt om nieuwe wetenschappelijke inzichten te verwerven. De kanalen die het meeste belangrijk tot zeer belangrijk werden gevonden, zijn lezingen en congressen, gedeelde onderzoeksfaciliteiten, het aannemen van alumni van universiteiten/hogescholen, wetenschappelijke publicaties, informele contacten met wetenschappers, contractonderzoek en gezamenlijke R&D-projecten. Reverse engineering van apparaten, vaktijdschriften, (deel)aanstellingen op universiteiten of hogescholen, promotietrajecten en studenten en afstudeerders in dienst nemen worden als minder belangrijk of zelfs onbelangrijk beschouwd.

Onderdeel D: Verwachtingen, knelpunten, kansen en bedreigingen toekomst

Gepercipieerde kansen en bedreigingen



Respons op de vragen welke ontwikkelingen als kansen of als bedreigingen worden beschouwd. Dit betroffen open vragen waarbij respondenten meerdere kansen en bedreigingen konden noemen. Antwoorden zijn vervolgens gegroepeerd in gedeelde kansen en bedreigingen. De Figuur toont enkel antwoorden die minimaal twee keer zijn genoemd, n=47.

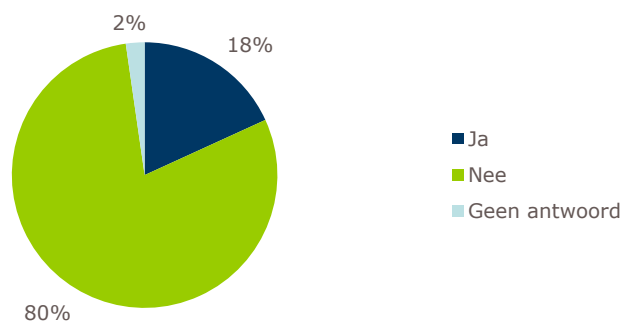
Ervaren knelpunten die de groei van ruimtevaart gerelateerde activiteiten bedreigen



Zoals ook besproken in de workshops, ervaren organisaties uit de ruimtevaartsector ook knelpunten die de groei van de ruimtevaart gerelateerde activiteiten kunnen bedreigen. De knelpunten die het meeste worden ervaren zijn dan wel direct of indirect gebonden aan overheidsactiviteiten: onvoldoende ondersteuning van de overheid, een gebrekkig investeringsklimaat en een gebrek aan mogelijkheden om deel te nemen aan in (inter)nationale programma's. Opvallend is dat een derde van de bedrijven een tekort aan beschikbaar gekwalificeerd personeel ook als knelpunt wordt ervaren.

Ruimtevaart gerelateerde activiteiten (gedeeltelijk) naar het buitenland verplaatsen

Is uw organisatie van plan om in de komende twee jaar uw ruimtevaart gerelateerde activiteiten naar het buitenland te verplaatsen?



Ondanks de ervaren knelpunten, zijn niet veel bedrijven van plan om de komende twee jaar (een deel van de) activiteiten naar het buitenland te verplaatsen. Als deze plannen er wel zijn, gaan het eerder om een uitbreiding naar de internationale markt. Er wordt ook aangegeven dat het verplaatsen van activiteiten ook veel kosten met zich meebrengt, en daardoor niet altijd de voorkeur heeft.

Bijlage 6. Overzicht interviewpartners en deelnemers workshops

Onderstaande personen zijn geïnterviewd in het kader van deze studie:

Naam	Organisatie
Bernie Buijs	Ministerie van Defensie
Martin van de Pol	Ministerie van Defensie
Dirk van Barneveld	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Hans Vergouwen	Politie
Rob Broekman	NVWA
Erno Bammers	NVWA
Erik Tielemans	RIVM
Hans van Leeuwen	STOWA
Ivo Visser	Stedin
Alexander Gunkel	Space4Good

Onderstaande personen hebben deelgenomen aan één (of meerdere) van de acht workshops in het kader van deze studie:

Naam	Organisatie
Bernard Buijs	Ministerie van Defensie
Martin van de Pol	Ministerie van Defensie
Ronald Genemans	Ministerie van Defensie
Ester Willemsen	Instituut Fysieke Veiligheid
Josien Oosterhoff	Instituut Fysieke Veiligheid
Jos de Laat	KNMI
Pieter Levelt	KNMI en TU Delft
Hans Kuiper	TU Delft
Nick van de Giesen	TU Delft
Hans Vergouwen	Politie
Eelco van der Eijk	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Chris Bremmer	Deltares
Iman Tantawy	Rijkswaterstaat
Gerrit Burgers	Rijkswaterstaat
Jeroen Waanders	WDO Delta
Hans van Leeuwen	STOWA
Resianne Dekker	Havenbedrijf Rotterdam
Bas Hoeven	CGI
Leonor Protengen	CGI
Yvertte Pluijmers	Miramap
Ferdinand Tuinstra	NpM – Inclusive Finance Platform
Aarno Keijzer	NpM – Inclusive Finance Platform
Cees Ruhé	LTO
Laybelin Dijkers	Rainforest Alliance
Marc Middendorp	RVO
Rob Broekman	NVWA
Erno Bammers	NVWA

Rob Beck	NEO
Henk Janssen	NEO
Richard de Jeu	Vandersat
Marika Lammers	Ministerie van Buitenlandse Zaken
Frans Lips	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Kees de Ruiter	ICCO
Judith van Bruggen – van Putten	NLR
Michel Keuning	NLR
Bart Vuijk	TNO
Bas Henzing	TNO
Wim Ploeg	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Arnold Tukker	CML, Universiteit Leiden
Jasper van Vliet	IVM, VU
Ron Heeres	Kadaster
Gerbert Roerink	Alterra, WUR
Dirk van Barneveld	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Guus Velders	RIVM
Ivo Visser	Stedin
Helma Molema	Gasunie
Gerard Hesselmans	Hermess
Sofie de Broe	CBS
Lyana Currier	CBS
Jasper van Loon	NSO, Space Office
Raymond Sluiter	NSO, Space Office
Ruud Grim	NSO, Space Office
Coco Antonissen	NSO, Space Office
Joost van Uum	NSO, Space Office

Bijlage 7. Onderlegger workshops maatschappelijke impact ruimte- vaartsector in Nederland

Workshop Gebruik ruimtevaart in domein Landbouw & Voedsel [VOORBEELD]

Aanleiding

Het Ministerie van EZK heeft Dialogic gevraagd om naast de directe economische betekenis van de ruimtevaart in Nederland de brede toegevoegde waarde van ruimtevaart in diverse maatschappelijke domeinen in beeld te brengen vanuit gebruikersperspectief. Het gaat er daarbij om te laten zien waar binnen deze domeinen nu al ruimtevaart gebruikt wordt, wat realistisch is binnen een termijn van 5 jaar en vooral welke werkprocessen van (potentiële) gebruikers ondersteund kunnen worden middels ruimtevaarttoepassingen/technologie. Bij het gebruik van ruimtevaart kan het bijvoorbeeld gaan om aardobservatie, satellietnavigatie, satellietcommunicatie of spin offs van kennis en technologie die zijn ontwikkeld voor de ruimtevaart.

Context

Achtergrond is dat in discussies over de betekenis van ruimtevaart de aandacht vaak uitgaat naar de aanbodkant van de ruimtevaart. De nadruk ligt dan op de directe werkgelegenheid en toegevoegde waarde van bedrijven actief in de ruimtevaart, zowel upstream als downstream. Het maatschappelijk nut van ruimtevaart komt vaak veel minder aan bod. Dat is een gemiste kans omdat de benutting van ruimtevaart bij uitstek tot uiting komt en kan komen in uiteenlopende domeinen als 1) landbouw & Voedsel; 2) milieu, klimaat & duurzaamheid; 3) infrastructuur & water; 4) transport & logistiek; 5) defensie & veiligheid en 6) volksgezondheid & welzijn. In deze domeinen werken publieke en semi-publieke spelers, kennisinstellingen en bedrijven aan tal van toepassingen met groot maatschappelijk nut. De toepassingen die er zijn in deze domeinen kennen deels nog een overwegend aanbodgedreven karakter en komen in de praktijk moeilijker of trager tot stand dan aanvankelijk was aangenomen. Om de actuele en potentiële betekenis van ruimtevaart voor deze domeinen beter te kunnen inschatten, worden eind juni een aantal workshops georganiseerd. In de workshops ligt de nadruk op de maatschappelijke domeinen, de vraagstukken die binnen deze domeinen opgelost moeten worden en de behoefte aan (omgevings-)informatie en technologie in de bijbehorende werkprocessen. Vertrekpunt is met andere woorden of, en zo ja aan welke typen informatie en/of technologie, uitvoeringsorganisaties die verantwoordelijk zijn voor het realiseren van maatschappelijke missies behoefte hebben om hun taken effectiever en/of efficiënter uit te voeren. De bedoeling is vooral de vraagkant van de publieke markt voor ruimtevaarttoepassingen aan het woord te laten om zo op termijn het maatschappelijk nut van (investeringen in) ruimtevaart en ruimtevaarttechnologie verder te vergroten. Dat maakt het noodzakelijk dat de vraagkant of behoeftezoekers aangeven aan welke ruimtevaarttoepassingen en -technologie zij vooral behoefte hebben voor welk type bedrijfsprocessen.

Opgaven en informatiebehoeften in het domein landbouw & voedsel.

Actuele opgaven of missies in het domein landbouw en voedsel zijn bijvoorbeeld 1) Kringlooplandbouw; 2) Klimaatneutrale landbouw en voedselproductie, en: 3) Gewaardeerd, gezond en veilig voedsel. De idee is dat vooral (semi-)overheidsdiensten en -uitvoeringsorganisaties die een centrale rol hebben bij het realiseren van dergelijke missies in deze domeinen gebaat zouden kunnen zijn met ruimtevaart en ruimtevaarttoepassingen. Deze kunnen bijvoorbeeld bijdragen aan nauwkeurige (tijd en plaats), historische en kosteneffectieve data die helpen om (ruimtelijke) ontwikkelingen te verkennen en duiden, effecten van beleid te monitoren en te voorspellen en mogelijk ook bij kunnen dragen aan handhaving en opsporing. Een concreet voorbeeld van een satelliettoepassing op dit moment is de ontwikkeling van een satellietdienst om een goedkope, effectieve en efficiënte methode te vinden voor het identificeren, vastleggen en monitoren van kleine landschapselementen (denk aan bomen, houtwallen, heggen en natuurlijke poelen). Dit zou mogelijk van pas kunnen komen in een aanvraagloos subsidiesysteem (en dus tot lage administratieve lasten leiden). Dit is slechts een voorbeeld. De workshop beoogt scherper te krijgen wat de precieze informatiebehoefte van uitvoeringsorganisaties is in dit domein hoe ruimtevaart hierin mogelijk kan voorzien.

Doel workshop

Doel van de workshop Gebruik Ruimtevaart in het domein landbouw & voedsel is het beantwoorden van de volgende drie vragen:

1. Welke maatschappelijke uitdagingen liggen er in het domein landbouw & voedsel en hoe beïnvloeden zij de centrale werkprocessen en bijbehorende informatie- en technologiebehoefte van uitvoeringsorganisaties in dit domein?
2. In hoeverre kan door het gebruik van ruimtevaart (technologie en/of toepassingen) – hier en nu en op een termijn van 5 jaar - worden voorzien in die informatie- en/of technologiebehoefte? Te denken valt aan het gebruik van satellietdata uit aardobservatie, navigatie, communicatie en/of de inzet van uit de ruimtevaart afgeleide technologieën.
3. Wat maakt nu dat sommige toepassingen in het domein succesvol zijn ontwikkeld en andere toepassingen niet of moeizaam van de grond komen? Wat is nodig om tot een versnelling van ruimtevaart toepassingen in dit maatschappelijke domein te komen?

De insteek van de workshops is dat ruimtevaart en ruimtevaarttoepassingen faciliterend (enabling) zijn op de uiteenlopende maatschappelijke domeinen. In de workshop brengen we per domein eindgebruikers, bedrijven en kennisinstellingen bij elkaar. De workshop zelf zal – vanwege de Covid-19 crisis – virtueel zijn en in opzet dus enigszins afwijken van wat gebruikelijk is. Per domein organiseren we een workshop van maximaal 2,5 uur. Mochten er te veel deelnemers zijn voor een sessie dan organiseren we een tweede. Om die reden vragen we ook om uw beschikbaarheid voor de onderstaande twee data door te geven aan mijn collega Christa van Elst (vanelst@dialogic.nl)

Verwerking van uw bijdrage aan workshop

De resultaten zullen verwerkt worden in een publicatie waarin naast de enge economische betekenis van de ruimtevaart ook de ruimere maatschappelijke betekenis van ruimtevaart wordt benoemd en geïllustreerd. We zullen een lijst met deelnemers aan de workshop opnemen en zeer waarschijnlijk ook een separaat verslag. De rapportage zal deze zomer door de staatssecretaris van EZK worden aangeboden aan de Tweede Kamer.

Programma

Introductie – 15 min.

Deelnemers introduceren zichzelf kort aan de hand van een startvraag.

Rond A – Meerwaarde van ruimtevaarttechnologie: bestaande werkprocessen of nieuwe diensten? +/-35 min.

Algemene Ronde

Welke bedrijfsprocessen lenen zich in dit domein bij uitstek voor ruimtevaart toepassingen? Waarom? Maken deze huidige bedrijfsprocessen efficiënter/beter of gaat het om geheel nieuwe diensten/mogelijkheden?

Ronde aan de hand van stellingen

Stellingen worden tijdens de workshop gepresenteerd.

Ronde B – Succes- en faalfactoren voor introductie én opschaling van ruimtevaarttoepassingen +/-35 min.

Algemene Ronde

Wat zijn succes- en faalfactoren van het introduceren van deze ruimtevaart toepassingen binnen het domein. En wat zijn de succes- en faalfactoren voor de implementatie en opschaling daarvan?

Ronde aan de hand van stellingen

Stellingen worden tijdens de workshop gepresenteerd.

KORTE PAUZE

Ronde C – Marktontwikkeling en scope voor samenwerking +/-35 min.

Algemene Ronde

In hoeverre is het delen van informatie en gezamenlijke informatieverrijking een voorwaarde voor het creëren van succesvolle en waardevolle toepassingen binnen het domein? Volwassenheid markt? Wat is daarvoor nodig?

Ronde aan de hand van stellingen

Stellingen worden tijdens de workshop gepresenteerd.

Afsluiting – 15 min

Afsluitende rondvraag alle kandidaten. Ruimte voor aanvullende opmerkingen en vragen.

Bijlage 8. Leden begeleidingscommissie

Naam

Piet Donselaar
Eelco van der Eijk
Ronald Genemans
Rike van Hattem
Dorien Lanting
Frans Lips
Wim Ploeg
Joost van Uum

Organisatie

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Ministerie van Defensie
Ministerie Infrastructuur en Waterstaat
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Ministerie Infrastructuur en Waterstaat
NSO



Contact:

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

