



Verkenning naar de maatschappelijke kosten en baten van ruimtevaart en het ruimtevaartbeleid

In opdracht van:

Ministerie van Economische Zaken

Publicatienummer:

2015.074

Datum:

12-april 2016

Auteurs:

Bram Erven (Dialogic)
Menno de Pater (Decisio)
Kees van Ommeren (Decisio)
Arthur Vankan (Dialogic)
Karel Langenhoff (Decisio)
Pim den Hertog (Dialogic)



De werkzaamheden voor deze studie vonden plaats in opdracht van het ministerie van Economische Zaken in de periode oktober 2015 - maart 2016. Graag bedanken wij hier de leden van de begeleidingscommissie (zie Bijlage 6) voor de interessante discussies, feedback op het concept eindrapport en constructieve suggesties. Speciaal woord van dank gaat uit naar NSO die ons versneld heeft geïntroduceerd in de wereld van de ruimtevaart en vele gegevens heeft aangeleverd. Ook zijn wij dank verschuldigd aan de bedrijven die de moeite hebben genomen om de online survey te beantwoorden, alsmede onze interviewpartners voor hun tijd en openheid en de deelnemers aan de workshop (zie Bijlage 1).

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Managementsamenvatting	5
1 Inleiding	17
1.1 Aanleiding.....	17
1.2 Doelstelling	18
1.3 Onderzoeksaanpak en leeswijzer	18
1.4 Beschouwing economisch belang en maatschappelijke baten van ruimtevaart .	19
2 Beleidscontext en overheidsuitgaven	27
2.1 Europese kader en Nederlandse invulling	27
2.2 Overzicht van het Nederlandse ruimtevaartbeleid	29
2.3 Van ruimtevaart infrastructuur naar ruimtevaart toepassingen: de worsteling met vraagsturing	35
2.4 Gemaakte keuzes in wetenschapsbeleid.....	37
2.5 ESTEC	40
2.6 Ontwikkeling in de Nederlandse uitgaven in de ruimtevaart.....	43
2.7 Belangrijkste bevindingen en politiek-strategisch belang.....	46
3 Economische foto Nederlandse ruimtevaart	48
3.1 Economische waarde ruimtevaart in literatuur	48
3.2 Afbakening ruimtevaartsector, upstream en downstream.....	50
3.3 Resultaten van de economische foto	55
3.4 Conclusie.....	62
4 Wetenschappelijke baten, politiek-strategische baten en baten uit ruimtevaarttoepassingen	65
4.1 Wetenschappelijke baten ruimteonderzoek	65
4.2 Politiek-strategische baten van de ruimtevaart voor Nederland.....	70
4.3 Maatschappelijke impactvelden ruimtevaarttoepassingen.....	70
4.4 Case 1: Precisielandbouw	77
4.5 Case 2: Luchtkwaliteit en klimaat	78
4.6 Case 3.1: Global Navigational Satellite Systems in wegtransport	79
4.7 Case 3.2: Live broadcasting en overige communicatie	80
4.8 Conclusies wetenschappelijke baten, politiek-strategische baten en maatschappelijke baten van toepassingen ruimtevaart.....	81
5 Conclusies en vooruitblik	83
5.1 Overall conclusie: overtreffen de baten de kosten?	83
5.2 Toekomstige ontwikkelingen	85
5.3 SWOT-analyse van de Nederlandse ruimtevaart.....	87
5.4 Epiloog	91
Bijlage 1. Interviewpartners en deelnemers interactieve sessies	95
Bijlage 2. Bepaling economische impact	97

Bijlage 3. Survey ruimtevaartsector.....	103
Bijlage 4. Casestudies: ruimtevaarttoepassingen	109
Case 1: Precisielandbouw	109
Case 2: Luchtkwaliteit en klimaat	118
Case 3.1: Global Navigational Satellite Systems in wegtransport	125
Case 3.2: Live broadcasting en overige communicatie.....	131
Bijlage 5. Verslag MKBA ruimtevaart workshop	141
Bijlage 6. Leden begeleidingscommissie	149

Managementsamenvatting

Doelstelling

De centrale doelstelling van dit onderzoek is het inzichtelijk maken van de maatschappelijke en economische kosten en baten voor de Nederlandse samenleving van de ruimtevaart, resp. van de Nederlandse overheidsinvesteringen in de ruimtevaart. Deze doelstelling kent twee onderdelen, namelijk: 1) het in kaart brengen van de economische bijdrage van de ruimtevaart in Nederland in 2014 (met speciale aandacht voor de ESA-vestiging ESTEC); 2) het in kaart brengen van de ruimere maatschappelijke effecten van ruimtevaarttoepassingen voor Nederland. Enerzijds wordt hierbij gekeken naar de overheidsuitgaven in de afgelopen 25 jaar (periode 1990-2014) en de economische en maatschappelijke opbrengsten daarvan in 2014 (ex post analyse). Anderzijds is voor dit onderzoek een doorkijk gegeven naar de toekomstige ontwikkeling van de ruimtevaart in Nederland (ex ante analyse), waarbij bovendien apart wordt ingegaan op beleidsimplicaties. Het onderzoek is uitgevoerd in de periode september 2015 - maart 2016. Het onderzoek is gebaseerd op desk research, een online survey onder ruimtevaartorganisaties in Nederland, een input-outputanalyse, interviews en een workshop met stakeholders.

Opbouw

Onderstaand gaan we eerst kort in op de methodiek van de maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) en problemen waar men bij een MKBA naar ruimtevaartinvesteringen tegenaan loopt en geven we enkele *stylised facts* van het Nederlandse ruimtevaartbeleid. Daarna gaan we achtereenvolgens in op de vier typen maatschappelijke baten van investeringen in ruimtevaart die we in dit onderzoek onderscheiden, te weten: 'enge' economische baten, de wetenschappelijke baten, de politiek-strategische baten en de maatschappelijke baten van ruimtevaarttoepassingen. Tot slot wijzen we op enkele ontwikkelingen die belangrijk zijn voor de toekomstige ontwikkeling van de Nederlandse ruimtevaart en doen we enkele beleidssuggesties.

Beperkte mogelijkheden voor een volledige MKBA

Het gebruik van MKBA's is gemeengoed in bijvoorbeeld de wereld van verkeer en vervoer, maar wordt nog beperkt toegepast in het domein van wetenschaps- en innovatiebeleid. Het uitvoeren van een 'echte' MKBA van de Nederlandse overheidsuitgaven aan ruimtevaart is niet goed mogelijk. Belangrijkste beperkende factor is dat een groot gedeelte van de gerealiseerde baten niet exclusief zijn te herleiden tot de Nederlandse overheidsinvesteringen. Het Nederlandse ruimtevaartbeleid is in belangrijke mate een invulling van het Europese ruimtevaartbeleid en de baten hiervan slaan niet exclusief binnen de landsgrenzen neer. Bovendien is het moeilijk om binnen de Europese ruimtevaart projecten te isoleren welke door Nederland zijn gefinancierd. Vaak gaat het om grotere programma's en internationale samenwerking daarbinnen. De overheidsuitgaven zijn goed in beeld te brengen, maar de maatschappelijke opbrengsten zijn moeilijk te kwantificeren. Dit komt vooral omdat achteraf gedeeltelijk niet goed is te bepalen wat de consequenties zouden zijn als Nederland niet zou hebben bijgedragen aan de Europese ruimtevaart (het nulalternatief). In dit onderzoek proberen we toch ook van de maatschappelijke baten van ruimtevaart voor Nederland een zo concreet mogelijk beeld te geven.

Stylised facts Nederlandse ruimtevaartbeleid

1. De overheidsuitgaven aan het Nederlandse ruimtevaartbeleid bedragen de afgelopen 10 jaar jaarlijks gemiddeld ongeveer €147 miljoen¹ (voor de ontwikkeling over de hele tijdsperiode, zie Figuur 7).
2. Dit bedrag wordt besteed aan de verplichte en optionele programma's van ESA, een bijdrage aan EUMETSAT, NWO/SRON, KNMI en overig flankerend beleid (waaronder inbedding van ESTEC, zie verder Figuur 8). Het Nederlands ruimtevaartbeleid is derhalve in belangrijke mate een Nederlandse invulling van c.q. bijdrage aan het Europese ruimtevaartbeleid (en daar wordt ook in belangrijke mate haar legitimatie aan ontleend).
3. De specifiek Nederlandse invulling (afgezien van de keuze te participeren in het Europese ruimtevaartbeleid) van het ruimtevaartbeleid bestaat vooral uit de keuze voor de totale hoogte van het ruimtevaartbudget, de verhouding tussen de ESA-bijdrage (verplicht en optioneel) en flankerend beleid en de richting van de budgetten naar specifieke domeinen en disciplines.
4. Het ministerie van Economische Zaken (EZ) coördineert het grootste deel van het ruimtevaartbeleid en daarbinnen het nationale flankerend beleid, het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW) neemt alle ruimtevaart gerelateerde wetenschapsactiviteiten voor haar rekening en het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) investeert overwegend in ruimtevaartactiviteiten van EUMETSAT en het KNMI. De overige ministeries dragen geen structurele verantwoordelijkheid binnen het ruimtevaartbeleid.
5. Er is een aantal constanten in het Nederlandse ruimtevaartbeleid waaronder de concentratie op de bredere toepassing van ruimtevaart in toepassende domeinen en vraagsturing (meest recentelijk via het opstellen van de roadmaps voor zowel de upstream als downstream thema's) en de daarbij behorende samenwerking tussen kennisinstellingen, bedrijven en overheden. De nadruk is in de afgelopen jaren meer komen te liggen op toegepaste wetenschapsdomeinen en aandacht voor een betere inbedding van en behoud voor Nederland van ESTEC.
6. Specifieke innovatieprogramma's voor de ruimtevaart (onder andere via PEP-regeling en voorganger NRT) waren voorheen duidelijk aanwezig, maar bestaan nu nog maar mondjesmaat (onder andere via Topsector HTSM).

¹ Daarnaast wordt een klein percentage van de totale EU-begroting gespendeerd aan de Europese ruimtevaart, waarmee Nederland indirect nog eens ongeveer €56 miljoen uitgeeft aan de ruimtevaart (zie paragraaf 2.6).

Upstream en downstream

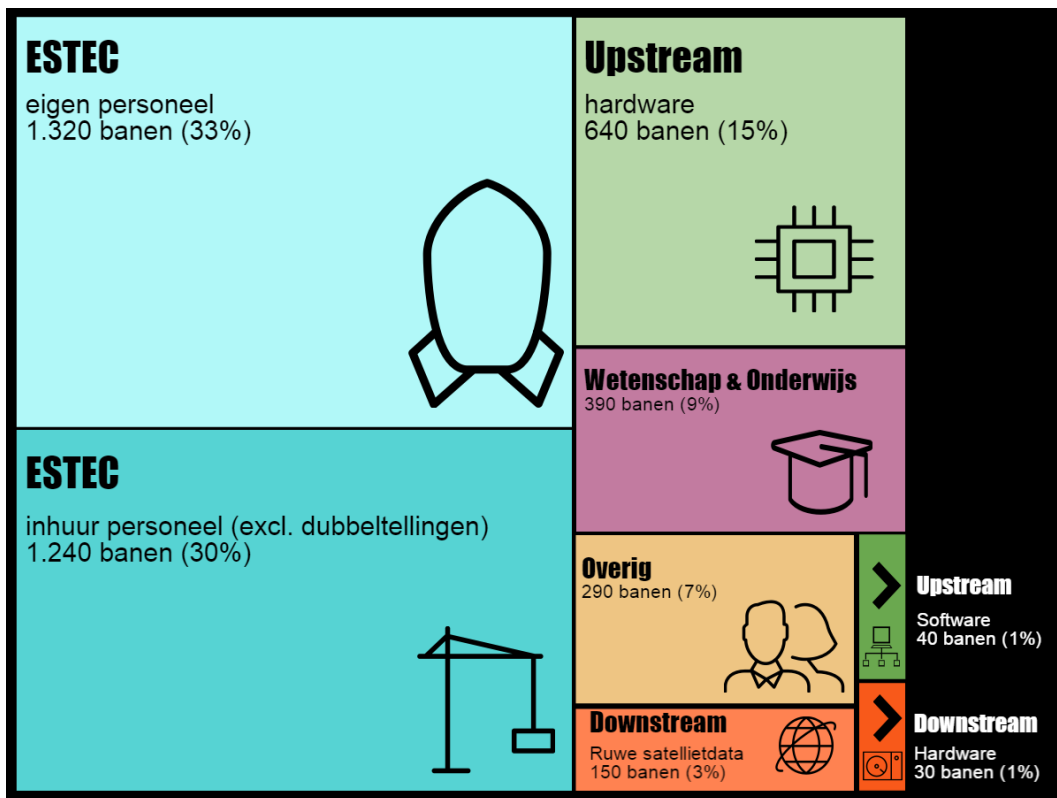
Upstream en *downstream* zijn veelgebruikte begrippen binnen de ruimtevaart. Met upstream wordt de ruimte-infrastructuur zelf bedoeld; satellieten en draagraketten. De upstream-sector houdt zich bezig met het ontwikkelen van componenten, subsystemen, satelliet-instrumenten, geavanceerde zonnepanelen, ontstekers en andere onderdelen voor deze satellieten en draagraketten.

De downstream houdt zich bezig met het ontwikkelen van toepassingen voor het maatschappelijk gebruik van (de output van) ruimtevaartactiviteiten. De meeste toepassingen van de ruimtevaart zijn nu gebaseerd op het gebruik van verschillende typen satellietdata, vaak in combinatie met andere databronnen. Binnen de downstream-sector onderscheiden we verschillende type partijen. Namelijk: ontsluiters van ruwe satellietdata (grondstations) en verwerkers van satellietdata die de data opwerken tot bruikbare en interpreteerbare informatie (*value adders*). Het daadwerkelijke gebruik van deze opgewerkte informatieproducten in andere domeinen wordt in deze studie niet meer tot de ruimtevaart gerekend.

'Enge' economische baten

In de economische foto is vastgelegd wat de 'enge' economische baten van de ruimtevaartsector zijn. Hoeveel mensen werken er en hoeveel omzet en toegevoegde waarde (bijdrage aan het BBP) genereren zij? Het betekent overigens niet dat al deze mensen geen baan zouden hebben indien de ruimtevaartsector niet in Nederland zou bestaan: er werken immers veel hoogopgeleide mensen die ook ander werk (zij het waarschijnlijk minder goed passend werk) zouden kunnen doen.

Als het gaat om het 'enge' economisch belang op de korte termijn (banen, bijdrage aan het BBP) is het voor Nederland belangrijk dat de grootste ESA vestiging (ESTEC) in ons land is gevestigd. ESTEC is met 62 procent van de directe en (daaruit resulterend) 44 procent van de indirecte werkgelegenheid verreweg de belangrijkste ruimtevaart-werkgever in Nederland. Na ESTEC zijn de organisaties die zich met upstream-activiteiten bezighouden ook relatief omvangrijk, met 15% van de directe werkgelegenheid. Wetenschap en onderwijs en overige activiteiten (o.a. KNMI en NLR, maar ook ruimtevaart gerelateerde consultancy activiteiten) zijn goed voor een aandeel van 9% in de directe werkgelegenheid. De downstream is relatief klein. Dit heeft deels te maken met een smalle definitie van downstream-activiteiten: alleen bedrijven die zich bezighouden met het verwerken van ruwe satellietdata zijn meegenomen. De verwerking tot eindproducten (navigatiesystemen, installatie satellietontvangers, etc.) is niet meegenomen.



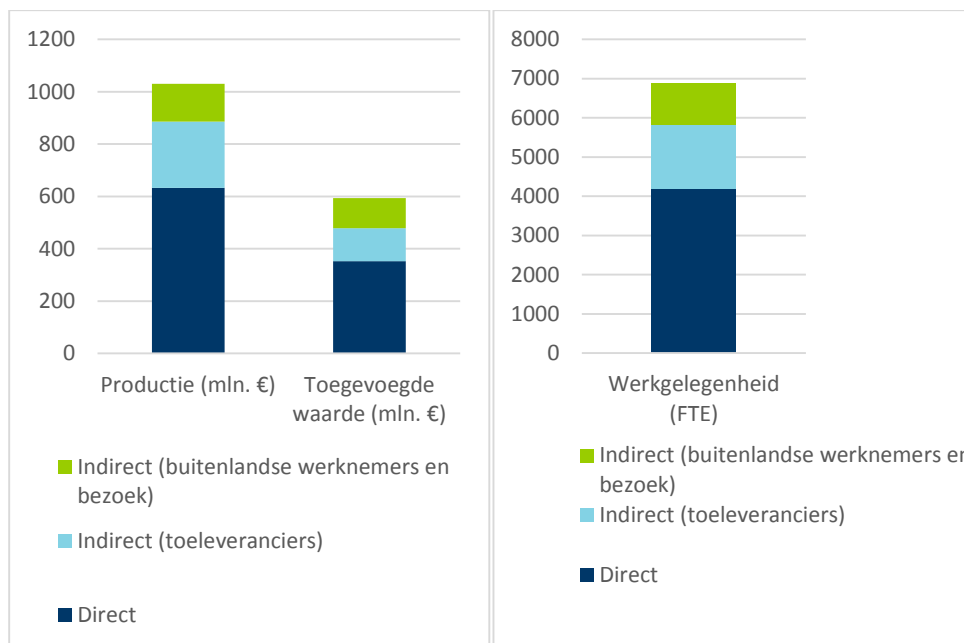
Figuur 1. Verdeling werkgelegenheid Ruimtevaartsector per naar deelsector

Naast de directe werkgelegenheid bij de sector zelf, is ook de indirecte werkgelegenheid berekend. Daarbij gaat het om inkooprelaties van de ruimtevaartbedrijven in Nederland en bestedingen van buitenlandse werknemers en bezoekers die als gevolg van de ruimtevaartactiviteiten naar Nederland zijn gekomen.

Als we dit indirecte economische belang meerekenen, is de Nederlandse ruimtevaart goed voor een kleine 7000 fte aan werkgelegenheid en een bijdrage van 0,6 mld. euro aan het BBP inclusief de indirecte bijdragen.

Om de cijfers in perspectief te plaatsen: de directe bijdrage in termen van bijdrage aan het BBP (€350 mln.), is iets groter dan bijvoorbeeld de visserijsector, maar kleiner dan vrijwel alle overige Nederlandse sectoren².

² Conform CBS, naar SBI-indeling op 2-digit niveau (76 sectoren).



Figuur 2. Productie, toegevoegde waarde en werkgelegenheid van de Nederlandse ruimtevaartsector.

Nederland is lid van ESA en neemt deel in ESA programma's, waarvan we economisch profiteren simpelweg door het aandeel dat Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen hebben bij de uitvoering van deze programma's. Een omvangrijk deel van de economische bijdrage van de ruimtevaartsector is terug te leiden naar het principe van *juste retour*. Een lidstaat ontvangt elke euro die ze bijdraagt aan ESA (dus bovenop de algemene afdracht aan de EU) voor minstens 94% terug in de vorm van opdrachten die onder open competitie worden aangeboden. Hiermee is er een duidelijke relatie met de Nederlandse overheidsinvesteringen. Nederland kent een over-return situatie. De nabijheid van ESTEC stelt Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen in staat om een bovengemiddeld aantal ESA-opdrachten naar zich toe te trekken. Zonder deze ESA-opdrachten zou het ruimtevaartcluster niet bestaan of in ieder geval gemarginaliseerd zijn: er zouden dus ook geen andere Europese en commerciële opdrachten in de ruimtevaart aangetrokken zijn. Tot slot is ook de vestiging van ESTEC zelf direct te herleiden tot de deelname aan de ESA-programma's. In financiële zin is die geldstroom vanuit ESA naar Nederland het grootste.

Bredere economische baten

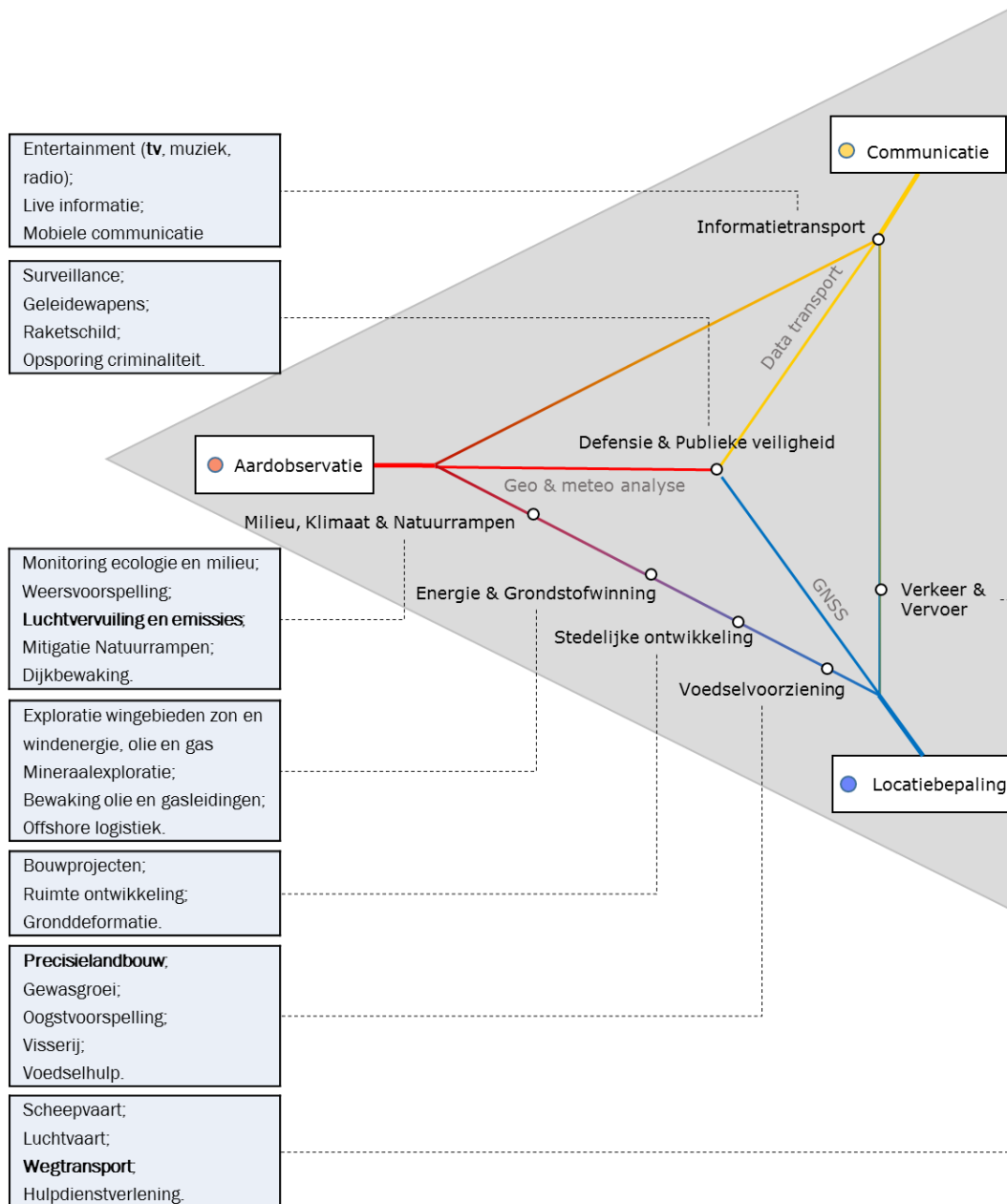
De economische baten gaan verder dan alleen de enge economische baten van de ruimtevaart zoals in het bovenstaande berekend. Van belang is bijvoorbeeld de kruisbestuiving met andere sectoren (in deze studie is een enge definitie van ruimtevaart gehanteerd), het hoge wetenschappelijke karakter van de ruimtevaartactiviteiten en spin-off en imago effecten.

Mede dankzij de vestiging van ESTEC bestaat er in Nederland een cluster van ruimtevaartbedrijven en kennisinstellingen (universiteiten en gespecialiseerde fundamentele en toegepaste onderzoeksinstituten). Deze leveren onder andere kennis, componenten, materialen en instrumenten aan voor ESA-programma's en voeren onderzoeksprojecten uit (de upstream). Ook houden bedrijven en kennisinstellingen zich bezig met het ontwikkelen van maatschappelijke toepassingen van de ruimtevaart (de downstream). Daarnaast heeft dit ruimtevaartcluster interessante dwarsverbanden met Nederlandse bedrijven buiten de ruimtevaart, met name in de maakindustrie. De Nederlandse expertise in de ruimtevaart heeft bijgedragen aan bijvoorbeeld de EUV lithografietechniek van ASML en de brede

ontwikkeling van zonnensensoren. Uiteindelijk investeert Nederland dus niet primair in ruimtevaart vanwege het 'enge' economische belang. Dat doet Nederland vooral vanwege de nuttige toepassingen die de ruimtevaart de Nederlandse burgers en bedrijven brengt, vanwege het belang dat gehecht wordt aan de wetenschappelijke domeinen die ten grondslag liggen aan de ruimtevaart en vanwege strategisch-politieke redenen.

Maatschappelijke baten van ruimtevaarttoepassingen voor Nederland

De toepassingen van ruimtevaart, vooral (maar niet alleen) via satellieten zijn legio. Sommige van deze toepassingen staan nog in de kinderschoenen, andere zijn nu of op korte termijn van grote waarde of hebben in het verleden al veel waarde gehad (satelliettelevisie). In Figuur 3 staat een (niet uitputtend) overzicht van maatschappelijke toepassingen.



Figuur 3. Voorbeelden van maatschappelijke toepassingen van ruimtevaart

Natuurlijk is het niet zo dat al deze toepassingen gekoppeld zijn aan de Nederlandse bijdragen aan de wereldwijde ruimtevaart. In veel gevallen zou Nederland net zoveel kunnen profiteren zonder zelf te investeren in de ruimtevaart. Om een beeld te krijgen van de globale omvang van de maatschappelijke baten hebben we voor vier maatschappelijke toepassingen bij benadering de maatschappelijke baten voor Nederland bepaald (de vier vetgedrukte toepassingen in bovenstaande figuur). Dit is nadrukkelijk een selectie uit een heel scala van actuele en mogelijke maatschappelijke toepassingen van ruimtevaart in Nederland. Als we kijken naar de omvang van de maatschappelijke baten voor Nederland van elk van de vier toepassingen, dan ontstaat het volgende beeld:

Precisielandbouw

Door een combinatie van positiebepaling, aardobservatie en weersvoorspelling kan in de landbouw veel gericht worden gewerkt, wat leidt tot betere bemesting, hogere opbrengsten, minder watergebruik, bestrijdingsmiddelengebruik, etc. Naar schatting levert dit de Nederlandse akkerbouw jaarlijks 10 miljoen euro aan hogere opbrengsten op. De voordelen voor waterkwaliteit en ecologie komen hier bovenop, evenals de baten voor andere deelsectoren. Een veel grotere winst is te behalen in de landbouw in minder ontwikkelde landen. Dit biedt in de toekomst exportkansen voor het Nederlandse bedrijfsleven. Maar belangrijker is het effect op de wereldwijde voedselvoorziening. Dit is uiteraard indirect ook een Nederlands belang, om humanitaire redenen, maar ook om onrust en grootschalige migratiestromen te voorkomen.

Luchtkwaliteit en klimaat

Satellieten spelen een grote rol in het onderzoek naar klimaatverandering en luchtkwaliteit. Het effect hiervan voor Nederland is moeilijk in cijfers te vatten. Maar het feit dat er (bijna) wereldwijde consensus is over klimaatverandering en de oorzaken en consequenties hiervan, is mede te danken aan onderzoek met behulp van satellieten. Het is goed voorstelbaar dat zonder de harde data er nog veel twijfel zou zijn over klimaatverandering, wat het tempo van reactie niet ten goede zou komen. Dit is een groot belang voor Nederland, onder andere vanwege het risico dat zeespiegelrijzing (maar ook andere gevolgen van klimaatveranderingen) met zich mee brengt. Een precieze voorspelling van de zeespiegelrijzing kan zowel onder- (met alle risico's en kosten vandie) alsook overinvestering in mitigatiemaatregelen voorkomen. Dit effect is moeilijk te kwantificeren, maar kan aanzienlijk zijn, gelet op de omvang van het budget van het Deltaprogramma 2015 (20 miljard in een periode van 30 jaar).

Er zijn ook aanzienlijke baten te verwachten voor de nabije toekomst. Satellietdata maken een gedetailleerdere en kwalitatief betere monitoring van de luchtkwaliteit mogelijk (ook daar waar geen grondstations zijn). Hier zijn maatschappelijke baten mee gemoeid variërend van een betere controle en dus naleving van internationale afspraken, gericht bestrijding van bronnen van luchtverontreiniging resulterend in gezondheidswinsten door verminderde luchtverontreiniging.

Satellietnavigatie

Een maatschappelijk effect dat gemakkelijker te kwantificeren is, is het gebruik van satellietnavigatie in het verkeer. Doordat weggebruikers niet meer met een kaart hoeven te navigeren is er tijdwinst, wordt er minder omgereden, etc. De maatschappelijke baten hiervan worden voor Nederland geraamd op circa 1 miljard euro per jaar. Daarbij is nog geen rekening gehouden met de voorbereiding van de reis (wat met kaarten ook tijd kost) en met real-time file-informatie, die tegenwoordig ook via navigatieapparatuur wordt doorgegeven.

Live televisie

Zonder satellieten is het niet mogelijk om live televisie uit te zenden van onverwachte gebeurtenissen. De maatschappelijke waarde voor Nederland hiervan wordt geraamd op 270 miljoen euro per jaar. In het verleden, toen ook geplande live uitzendingen via satelliet moesten worden gestraald naar de studio, waren deze baten nog aanzienlijk hoger.

De genoemde maatschappelijke baten doen zich voor dankzij ruimtevaarttoepassingen, maar ook dankzij niet-ruimtevaart toepassingen of technologieën. Omdat deze baten er zonder ruimtevaart niet zouden zijn, zijn ze (in MKBA termen) toe te rekenen aan de ruimtevaart.

De genoemde voorbeelden laten zien dat de maatschappelijke baten van alle ruimtevaarttoepassingen voor Nederland een veelvoud moeten zijn van de jaarlijkse overheidsuitgaven. Dit geldt al als we alleen naar deze vier cases kijken. Maar zoals eerder is gesteld, is er geen harde koppeling tussen de Nederlandse investeringen in de ruimtevaart en de maatschappelijke baten. Ook zonder zelf te investeren zou Nederland kunnen profiteren van de toepassingen die uit de ruimtevaart voortkomen. Vermoedelijk zou dit ten koste zijn gegaan van de kwaliteit of snelheid van de ontwikkeling van de toepassingen die Nederland belangrijk vindt, zoals op de thema's meteorologie, de meting van het zeespiegelniveau en de ontdekking van het gat in de ozonlaag. Maar dit is niet hard aan te tonen omdat mogelijk andere landen de rol van Nederland zouden hebben overgenomen.

Politiek-strategische baten

Naast de maatschappelijke baten als gevolg van de ruimtevaarttoepassingen zijn er voor Nederland ook belangrijke politiek-strategische baten die reden kunnen zijn om in ruimtevaart te investeren:

1. Zelfstandige Europese toegang tot de ruimte. Het Europese ruimtevaartbeleid is gericht op een aantal strategische doelstellingen die door Nederland zijn onderschreven. Eén daarvan is een zelfstandige Europese toegang tot de ruimte. Met een Europees ruimtevaartprogramma heeft Europa (en daarmee Nederland) zelf toegang tot de ruimte en is Nederland daarvoor dus niet afhankelijk van bijvoorbeeld de VS of Rusland. Dit is in het bijzonder van belang vanuit het oogpunt van veiligheid en defensie, maar bijvoorbeeld ook essentieel bij controle op naleving van milieuakkoorden.
2. Nederland als verantwoordelijke staat en *entry ticket* internationale besluitvorming. Internationaal politiek aanzien en Nederland als verantwoordelijke staat. Door mee te investeren in de Europese ruimtevaart en zo bij te dragen aan de oplossing van allerlei maatschappelijke vraagstukken toont Nederland aan dat ze een 'verantwoordelijke wereldburger' is. Als Nederland zou afhaken (c.q. *free rider* gedrag zou vertonen) zou dit het internationale aanzien en daarmee ook het politiek-bestuurlijk gewicht aantasten, zowel binnen Europa als daarbuiten. Op basis van de investeringen die Nederland doet op specifieke deelgebieden heeft het een *entry ticket* om ook aan andere internationale (politieke en wetenschappelijke) discussies en besluitvorming deel te nemen.
3. Inzet van ruimtevaart ten behoeve van internationale reputatie en relaties. Investeren in het Nederlandse ruimtevaartcluster in en rond ESTEC dragen bij aan het hoogtechnologisch en kennisintensieve karakter van de Nederlandse economie. Daarmee kan Nederland zich in internationaal verband beter positioneren als kenniseconomie. Economische reputatie, wetenschappelijke reputatie, reputatie in de toepassingen sfeer en politieke reputatie beïnvloeden en versterken elkaar en verschaffen Nederland een betere politieke entree in allerlei internationale gremia. Die betere politieke entree op basis van gerealiseerde reputatie zijn aan te merken als een belangrijke politieke baten van overheidsinvesteringen in ruimtevaart.

Wetenschappelijke baten

Er zijn verschillende redenen voor een overheid om (mede) te investeren in wetenschap en wetenschappelijk onderzoek uiteenlopend van pure nieuwsgierigheid tot het leggen van een basis voor industriële en maatschappelijke toepassingen en internationale reputatie. De ruimtevaart is bij uitstek een voorbeeld van een *science-based industry*. Basis voor veel ruimtevaart gebaseerde bedrijvigheid en maatschappelijke toepassingen zijn risicovolle publieke investeringen in wetenschap en innovatie die hieraan vooraf is gegaan (zowel in infrastructuur als toepassingen).³ Dit betekent dat veel van de baten van investeringen in wetenschapsgebieden die van belang zijn voor de ruimtevaart zich manifesteren in eerdergenoemde economische baten, maatschappelijke baten van ruimtevaarttoepassingen en politiek-strategische baten. Niettemin zijn er ook wetenschappelijke baten te noemen die los daarvan een belangrijke baten in zichzelf vertegenwoordigen, zoals:

1. Internationale wetenschappelijke reputatie: Nederland heeft een erkende internationale toppositie op enkele aan de ruimtevaart ten grondslag liggende wetenschapsgebieden. Dit draagt bij aan de wetenschappelijke reputatie van Nederland, zowel in de ruimtevaart gerelateerde disciplines, alsook ruimer aan de reputatie van Nederland als kennisland.
2. Entry ticket: De eigen investeringen van Nederland in ruimtevaart gerelateerde wetenschappelijke kennis (althans niches daarbinnen) geeft Nederland toegang tot ruimtevaart gerelateerde kennis in andere niches waarin Nederland minder prominent aanwezig is. Dit werkt via het reputatiemechanisme: Nederland doet bijvoorbeeld 'haar plicht' als het gaat om ruimteonderzoek in het domein luchtverontreiniging/klimaat waarin het al decennia lang investeert en heeft op basis van die inspanning de positie om te mogen profiteren van kennis/toepassingen in andere domeinen waarin ruimtevaartkennis een belangrijke rol speelt. Door te laten zien als land dat je op een deelgebied bereid bent consequent te investeren, daar een wetenschappelijke positie opbouwt, ben je als land ook voldoende geloofwaardig om toegang te krijgen tot de *state of the art* kennis in andere wetenschappelijke deelgebieden.⁴
3. Maatschappelijk draagvlak voor investeringen in wetenschap en stimulering van bèta-techniek: Ruimtevaart spreekt tot de verbeelding (denk aan de aandacht die Andre Kuipers weet te genereren of een Rosetta missie) en kan daarom een grote rol spelen bij wetenschapsvoorlichting c.q. het bevorderen dat studenten kiezen voor bèta- en techniekstudies.

Overtreffen de kosten de baten?

Concluderend kunnen we vaststellen dat de Nederlandse investeringen in de ruimtevaart hebben geleid tot een ruimtevaartcluster, een wetenschappelijke toppositie in het ruimteonderzoek en een bijdrage leveren aan politiek strategische doelstellingen. Door te investeren heeft ESTEC zich in Nederland gevestigd en heeft Nederland toegang, een entry

³ Dit is in essentie het argument dat Mazzucato geeft, zie Mazzucato (2014, revised edition), *The Entrepreneurial State. Debunking Public vs. Private Sector Myths*, Anthem press.

⁴ De entry-ticket baten werkt ook op een andere wijze, namelijk via relevante kennis- en vaardigheden. Nederland beschikt bijvoorbeeld over de kennis om grote datasets op gebied van luchtverontreiniging/klimaat te verzamelen, te behandelen en te interpreteren en die kennis is ook van belang bij het interpreteren en werken met andere, vergelijkbare datasets in andere domeinen.

ticket, tot opdrachten van ESA, de (internationale) wetenschappelijke kennis die in de ruimtevaart wordt ontwikkeld (en mogelijk ook andere *big science*) en heeft Nederland invloed op de richting van internationaal wetenschappelijk ruimtevaartonderzoek en bepaalde (geo)politieke vraagstukken. Mogelijk zouden ook (een deel van) de kennis, producten en diensten die voortkomen uit de ruimtevaart niet of minder snel ontwikkeld zijn of niet toegankelijk zijn voor Nederlandse bedrijven en inwoners. Dit laatste is echter niet vast te stellen.

Het zijn juist wel de toepassingen die we aan de ruimtevaart te danken hebben, waarvan we kunnen vaststellen dat ze de jaarlijkse Nederlandse investeringen ruimschoots overtreffen. Alleen de optelsom van de maatschappelijke baten, zoals geïllustreerd in een viertal cases – voor zover die al gekwantificeerd kunnen worden – laten zien dat de maatschappelijke baten van alle ruimtevaarttoepassingen voor Nederland een veelvoud moeten zijn van de jaarlijkse investeringen. Maar deze baten zijn dus niet een op een te relateren aan de Nederlandse investeringen in ruimtevaart. Ze zouden grotendeels, en mogelijk zelfs geheel, ook zonder de Nederlandse bijdrage gerealiseerd zijn.

In die zin stuiten we daarmee op de grenzen van een MKBA van de Nederlandse investeringen in de ruimtevaart: het is niet goed vast te stellen wat de consequenties zouden zijn geweest van het niet investeren door Nederland (het nulalternatief). Van de met name politieke en wetenschappelijke baten die wel een op een te relateren zijn aan de ruimtevaartinvesteringen, is de omvang (in euro's uitgedrukt) niet goed vast te stellen. Het ruimtevaartcluster zou zonder Nederlandse bijdragen aan ESA niet bestaan en ESTEC zou niet in Nederland zijn gevestigd, maar alleen de 'enge' economische baten die daaruit voortkomen zijn niet voldoende om tegen de Nederlandse bijdrage op te wegen. We achten het aannemelijk dat de gecombineerde economische, wetenschappelijke en politieke baten de kosten echter ruimschoots overtreffen, zeker als daar bovenop een deel van de toepassingen niet zou zijn ontwikkeld of ontoegankelijk zou zijn voor Nederland, maar kunnen dit niet hard maken. Wel is duidelijk dat de economische, strategische en wetenschappelijke belangen zouden worden geschaad als Nederland zou besluiten om minder te investeren in ruimtevaart.

Toekomstige ontwikkelingen en beleidssuggesties

Verder hebben we drie brede ontwikkelingen geschetst die naar verwachting van invloed zijn op de ontwikkeling van de Nederlandse ruimtevaart: 1) continue en open beschikbaarheid van steeds meer satellietdata; 2) opkomst van kleine satellieten, instrumenten en megaconstellaties; 3) verbreding van het aantal maatschappelijke toepassingsdomeinen. Zowel nationaal als internationaal is de verwachting dat het belang van de toepassingen die voortkomen uit de ruimtevaart snel in betekenis zal toenemen. Ook hebben we op basis van deskstudie, interviews, survey en workshop een SWOT-analyse opgesteld (zie paragraaf 5.3). Hiermee analyseren we wat de implicaties van bovenstaande ontwikkelingen zijn voor de Nederlandse ruimtevaart, en welke troeven en zwaktes de sector heeft om om te gaan met de kansen en bedreigingen die hieruit voortvloeien. Afsluitend constateren we dat de Nederlandse investeringen in ESA-verband, zeker gezien de aanzienlijke baten verbonden aan de vestiging van ESTEC in Nederland als spil in het Europese en Nederlandse ruimtevaartcluster, bescheiden te noemen zijn. Het is ook om die reden belangrijk om voortdurend te bewaken dat de Nederlandse bijdrage aan het Europese ruimtevaartbeleid niet een kritische ondergrens bereikt.

De verhouding tussen Europees ingestoken en Nederlands ruimtevaartbeleid zal altijd een balanceeract blijven, maar er zijn los daarvan diverse mogelijkheden om hier een meer gevarieerde invulling aan te geven. In een epiloog beschrijven we vijf overwegingen en doen we enkele suggesties. De belangrijkste is wellicht dat departementen die een groot belang

hebben bij toepassingen gebaseerd op ruimtevaart en vooral satellietdata, een actievere rol kunnen spelen bij het beter benutten van de mogelijkheden die ruimtevaart de Nederlandse maatschappij biedt.

1 Inleiding

Op verzoek van het ministerie van Economische Zaken hebben Dialogic en Decisio een onderzoek uitgevoerd naar de maatschappelijke kosten en baten van ruimtevaart voor Nederland. In dit hoofdstuk bespreken we achtereenvolgens de aanleiding (paragraaf 1.1), doelstelling (paragraaf 1.2), onderzoeksplan en leeswijzer (paragraaf 1.3) en beschouwen we het economisch belang en de maatschappelijke impact van de ruimtevaart (paragraaf 1.4).

1.1 Aanleiding

Ruimtevaart en de resultaten van ruimtevaart dringen geleidelijk door in alle haarvaten van onze samenleving. De afhankelijkheid van de ruimtevaart is in de afgelopen decennia sterk toegenomen. Waar de ruimtevaart in haar begindagen (1950-1980) bijna synoniem was met fundamenteel ruimteonderzoek, is ruimtevaart in toenemende mate ook een tak van toegepaste wetenschap en leidt ze tot een breed scala aan maatschappelijke baten. Hierbij gaat het niet enkel om de 'enge' economische baten in termen van werkgelegenheid en bijdrage aan BBP, maar ook om de maatschappelijke baten van toepassingen van ruimtevaart. Denk hierbij aan toepassingen in navigatie, telecommunicatie en allerlei vormen van aardobservatie op basis van satellietdata, maar ook aan toepassingen binnen maatschappelijke thema's als meteorologie, ontwikkelingssamenwerking, vervoer en logistiek, veiligheid alsmede milieu, klimaat en mitigatie van natuurrampen. Tot de maatschappelijke baten rekenen we ook de wetenschappelijke baten – Nederland heeft een vooraanstaande positie in een aantal ruimtevaart gerelateerde disciplines – alsmede de politiek-strategische baten die beoogd worden met investeringen in ruimtevaart. Met de vestiging van ESTEC in Noordwijk, de grootste locatie van het European Space Agency (ESA), heeft Nederland een additioneel belang bij de ruimtevaart.

Om als Nederland optimaal gebruik te kunnen maken van de (inter-)nationale ruimtevaart voert de Nederlandse overheid een ruimtevaartbeleid. Momenteel bedragen de overheidsuitgaven hieraan op jaarbasis ongeveer €150 miljoen.⁵ Het ministerie van Economische Zaken (EZ) is eerstverantwoordelijk en coördineert het ruimtevaartbeleid. Ook de ministeries van Infrastructuur & Milieu (IenM) en Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW) spelen hier een prominente rol in. Het ruimtevaartbeleid ondersteunt wetenschappelijk ruimteonderzoek, draagt bij aan de ontwikkeling van de Nederlandse ruimtevaartsector en stimuleert maatschappelijke toepassingen van de ruimtevaart en verzorgt de Nederlandse inzet in besluitvormende gremia van onder andere EU en ESA.

Ondanks de langlopende activiteiten van Nederland in de ruimtevaart is er nog weinig bekend over de maatschappelijke en economische impact hiervan. Dialogic en Decisio⁶ zijn door het ministerie van EZ gevraagd om een maatschappelijke kosten-batenanalyse uit te voeren van de ruimtevaart voor Nederland. Hiermee beoogt de opdrachtgever een zo volledig mogelijk kwantitatief en kwalitatief beeld te verkrijgen van de betekenis van ruimtevaart voor de

⁵ Zie voor details paragraaf 2.6 waarin de rijksuitgaven Ruimtevaart 1990 - 2014, een overzicht opgesteld door EZ/NSO, is verwerkt.

⁶ Voor typisch ruimtevaart gerelateerde vragen hebben zij Dr. Bart de Ronde (VITO) alsmede NSO geraadpleegd.

Nederlandse maatschappij en economie. De betekenis wordt afgezet tegen de Nederlandse beleidsinspanningen die over de periode 1990 - 2014 zijn gepleegd.

1.2 Doelstelling

De centrale doelstelling van dit onderzoek is het inzichtelijk maken van de maatschappelijke en economische kosten en baten voor de Nederlandse samenleving van de ruimtevaart, resp. van de Nederlandse overheidsinvesteringen in de ruimtevaart in de periode 1990 – 2014. Deze doelstelling kent twee onderdelen, namelijk:

- 1) het in kaart brengen van de economische bijdrage van de ruimtevaart in Nederland in 2014 (met speciale aandacht voor de ESA-vestiging ESTEC);
- 2) het in kaart brengen van de ruimere maatschappelijke effecten van ruimtevaarttoepassingen voor Nederland.

Eenzijds wordt hierbij gekeken naar de overheidsuitgaven in de periode 1990 - 2014 en de economische en maatschappelijke opbrengsten daarvan in 2014 (ex post analyse). Anderzijds is voor dit onderzoek een doorkijkje gegeven naar de toekomstige ontwikkeling van de ruimtevaart in Nederland (ex ante analyse), waarbij bovendien apart wordt ingegaan op beleidsimplicaties.

Ook wordt gezien in hoeverre een MKBA-aanpak bruikbaar is om de hoofddoelstelling te realiseren. Het gebruik van MKBA's is gemeengoed in bijvoorbeeld de wereld van verkeer en vervoer, maar wordt nog weinig toegepast in het domein van wetenschaps- en innovatiebeleid. Om die reden starten we de dit rapport met een korte beschouwing over de economische en maatschappelijke baten van ruimtevaart en de mate waarin een MKBA-aanpak daadwerkelijk mogelijk is. Daarin beargumenteren we dat een volledige MKBA-aanpak om de effecten van het Nederlandse ruimtevaartbeleid te bepalen niet mogelijk is. We introduceren als alternatief een analyse waarbij we enerzijds de economische impact van de Nederlandse ruimtevaart (en ESTEC) in beeld brengen en anderzijds de baten zo compleet mogelijk (deels kwantitatief en noodgedwongen deels kwalitatief) in beeld brengen. Belangrijkste beperkende factor is dat de gerealiseerde baten niet exclusief zijn te herleiden tot de Nederlandse overheidsuitgaven. Het Nederlandse ruimtevaartbeleid is in belangrijke mate een invulling van het Europese ruimtevaartbeleid en baten hiervan slaan niet exclusief binnen de landsgrenzen neer. We lichten dit in paragraaf 1.4 nader toe.

1.3 Onderzoeksaanpak en leeswijzer

Het uitgevoerde onderzoek bestaat uit vier onderdelen, te weten:

- *Analyse beleidscontext en overheidsuitgaven ruimtevaart.* Op basis van zelf verzamelde en door NSO, EZ en IenM aangeleverde beleidsdocumentatie is het ruimtevaartbeleid in de periode 1990 - 2014 (alsmede de aanloop daar naartoe) geanalyseerd en de (ontwikkelingen in) de Nederlandse overheidsuitgaven aan ruimtevaart over de periode 1990 - 2014 beschreven. Deze beschrijving is aangevuld met inzichten uit de interviews die zijn gehouden met stakeholders binnen de Nederlandse ruimtevaart. Daarbij is aandacht besteed aan de inhoudelijke hoofdlijnen van het Nederlandse ruimtevaartbeleid, de uitvoering van het ruimtevaartbeleid en de relatie tot het Europese ruimtevaartbeleid. Tevens is ingegaan op activiteiten gericht op de ruimtevaartinfrastructuur, ruimtevaarttoepassingen, wetenschappelijk ruimteonderzoek en ESTEC.
- *Economische bijdrage.* Door het maken van een economische foto is de werkgelegenheid die direct en indirect te herleiden is tot de (smal gedefinieerde)

ruimtevaartsector in Nederland in kaart gebracht en het aandeel in het BBP (bruto binnenlands product) in 2014 bepaald. Voor deze analyse is eerst een operationele afbakening van de ruimtevaartsector gemaakt en is een literatuurstudie naar de economische betekenis van de Europese en Nederlandse ruimtevaart uitgevoerd. Er is vervolgens een online survey uitgezet in de Nederlandse ruimtevaartsector die naast enkele kwalitatieve inzichten vooral gebruikt is om een input-outputanalyse uit te kunnen voeren. Deze laatste is gebruikt om de directe en indirecte economische betekenis van de (nauw gedefinieerde) ruimtevaartsector in Nederland te bepalen. Daarbij is speciale aandacht besteed aan de rol van ESTEC.

- *Bepaling maatschappelijke baten van de ruimtevaart (ex post).* De bredere maatschappelijke baten van de ruimtevaart gaan verder dan de directe economische bijdrage die in het voorgaande onderdeel is besproken. Eerst komen de politiek-strategische baten van de ruimtevaart in Nederland aan bod, gevolgd door een beschrijving van de wetenschappelijke baten. Daartoe is onder andere een bescheiden bibliometrische analyse uitgevoerd. Vervolgens wordt een eerste indruk gegeven van de variatie in domeinen waarin ruimtevaartkennis een rol speelt. Hierna zoomen we in op een aantal toepassingsdomeinen door middel van een viertal case studies (precisielandbouw, luchtkwaliteit en klimaat, navigatiesystemen in wegtransport en vervoer en tot slot *live broadcasting*), om zodoende een goede indicatie te geven van de maatschappelijke baten van ruimtevaarttoepassingen.
- *Conclusies en vooruitblik.* In een eerste paragraaf bezien we de kosten en baten die in eerdere hoofdstukken aan bod zijn gekomen en geven we een beschouwing op de vraag: overtreffen de baten de kosten? Vervolgens blikken we vooruit, door middel van een analyse van toekomstige ontwikkelingen van de ruimtevaart in Nederland (ex ante), een SWOT-analyse en een beschrijving van enkele centrale afwegingen voor het ruimtevaartbeleid, op basis van de bevindingen uit dit onderzoek.

Zoals aangegeven bevat paragraaf 1.4 een korte beschouwing over de economische en maatschappelijke baten van ruimtevaart en bespreekt het in hoeverre een MKBA-aanpak daadwerkelijk mogelijk is. In hoofdstuk 2 gaan we in op de beleidscontext van de Nederlandse ruimtevaart en de ontwikkeling van de overheidsuitgaven aan ruimtevaart over de periode 1990 - 2014.

De economische foto van de Nederlandse ruimtevaart presenteren we in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 gaat in op de politiek-strategische en wetenschappelijke baten van de ruimtevaart en beschrijft de maatschappelijke baten van ruimtevaarttoepassingen. In hoofdstuk 5 beschouwen we de gehele kosten en baten van de ruimtevaart voor Nederland tezamen, en doen we aan de hand van ontwikkelingen in de ruimtevaart en een SWOT-analyse een vooruitblik naar de toekomst. In Bijlage 1 is een overzicht opgenomen van de interviewpartners alsmede deelnemers aan de workshop. Bijlage 2 geeft een methodische toelichting op de uitgevoerde input-output analyse. Bijlage 3 bevat een toelichting op de survey. In Bijlage 4 zijn de vier volledige case studies van een aantal ruimtevaarttoepassingen opgenomen, die samengevat zijn in hoofdstuk 4. Bijlage 5 geeft een verslag weer van de workshop die als onderdeel van deze studie is uitgevoerd met vertegenwoordigers uit de Nederlandse ruimtevaart. In Bijlage 6 zijn de leden van de begeleidingscommissie opgenomen.

1.4 Beschouwing economisch belang en maatschappelijke baten van ruimtevaart

In dit onderzoek staan het economisch belang en de maatschappelijke baten van ruimtevaart in Nederland centraal. Omdat de economische baten (banen, BBP) iets anders zijn dan de

maatschappelijke baten in een MKBA, besteden we in dit hoofdstuk aandacht aan deze verschillen. Daarbij worden ook de methodische probleempunten van het uitvoeren van een MKBA besproken. De belangrijkste daarvan is: Wat is het nulalternatief waarmee we de huidige situatie vergelijken? Met andere woorden: hoe zou de situatie zijn als Nederland, nu en in het verleden, niet in ruimtevaart zou hebben geïnvesteerd? Eerst introduceren we vier categorieën maatschappelijke baten. Daarna behandelen we de eerste daarvan, de 'enge' economische baten. Daarbij gaan we ook in op wat het verschil is tussen een economische foto en de economische baten in een MKBA perspectief. Tot slot besteden we aandacht aan de overige drie categorieën van maatschappelijke baten van de ruimtevaart.

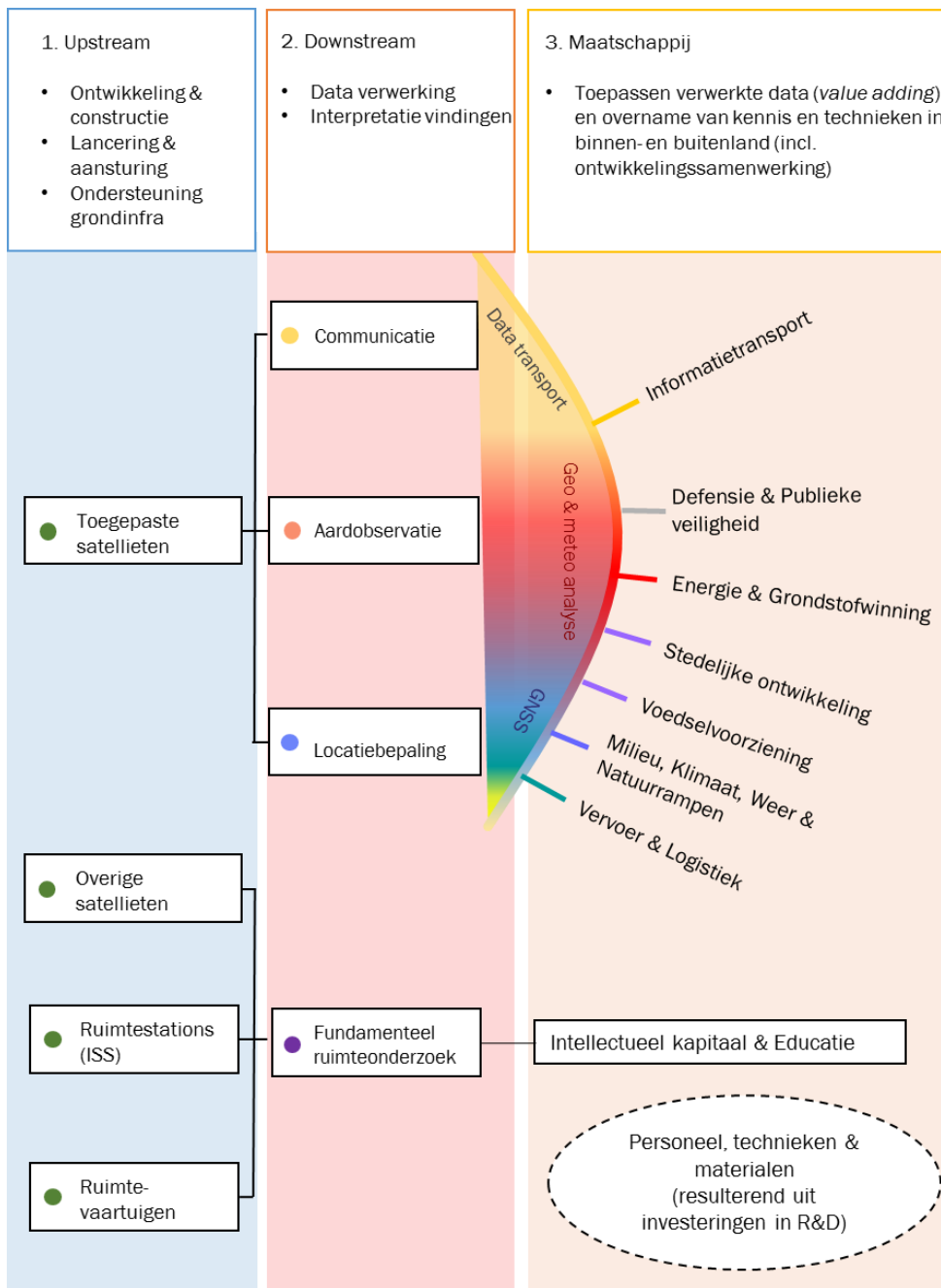
Vier categorieën maatschappelijke baten

Om een MKBA te maken moeten de kosten naast de maatschappelijke baten worden gezet. Als het gaat om het bepalen van de maatschappelijke baten van het Nederlandse ruimtevaartbeleid voor Nederland is de moeilijkheid dat de Nederlandse ruimtevaart een onlosmakelijk geheel is met de Europese ruimtevaart. En omdat het achteraf niet te bepalen is wat de consequenties zouden zijn geweest als Nederland niet of minder in de Europese ruimtevaart zou hebben geïnvesteerd (dit is het zogenaamde nulalternatief in een MKBA), is het moeilijk om een goede MKBA te maken. Het zou eenduidiger zijn om een MKBA van het gehele Europese ruimtevaartbeleid te maken, maar doel van het onderzoek is juist om het belang van de Nederlandse bijdragen aan ruimtevaart te isoleren.

Om toch een zo concreet mogelijk beeld te geven van de maatschappelijke baten onderscheiden we in dit onderzoek de volgende categorieën maatschappelijke baten die in het rapport nader zijn uitgewerkt:

1. De enge economische baten op basis van een economische foto van de ruimtevaartsector in Nederland (hoofdstuk 3). Hierbij gaat het om het aantal banen in Nederland dat afhankelijk is van (binnenlandse en buitenlandse) investeringen en bestedingen aan ruimtevaart (zowel bij ruimtevaartbedrijven, bedrijven die zijn ontstaan als gevolg van ruimteonderzoek, als hun toeleveranciers) en het hiermee samenhangende aandeel in het BBP (bruto binnenlands product). Daarbij is een belangrijke notie dat slechts een beperkt deel van deze baten als maatschappelijke baten in een MKBA meetellen.
2. De maatschappelijke baten van ruimtevaart-technologische toepassingen voor Nederland (hoofdstuk 4). Deze zijn als volgt onderverdeeld:
 - a. Welke voordelen ondervinden de Nederlanders van *toepassingen* van de ruimtevaart? Denk hierbij aan toepassingen als verbeterde klimaatmodellen, precisielandbouw, satellietnavigatie, etc.
 - b. De *wetenschappelijke* baten van het Nederlandse ruimtevaartbeleid, zowel het onderzoek binnen de ruimtevaart zelf als kruisbestuiving met andere wetenschapsterreinen.
 - c. De *politiek-strategische* baten van ruimtevaart, zoals zelfstandige toegang tot de ruimte, maar ook de baten die geassocieerd zijn met verantwoordelijke natiestaten (politieke invloed, wetenschappelijke en economische reputatie).

In dit hoofdstuk gaan we op deze categorieën baten nader in. Figuur 4 vat twee van de vier genoemde effecten samen. De economische foto bestaat uit onderdeel 1 en 2: wat is de economische bijdrage (banen, toegevoegde waarde) van de bedrijven en organisaties in Nederland die zich bezighouden met de zogenaamde upstream en downstream activiteiten (zie onderstaand kader). De maatschappelijke effecten van ruimtevaarttoepassingen vormen onderdeel 3: hoe profiteert Nederland van de (investeringen in) ruimtevaartactiviteiten. De wetenschappelijke baten hangen samen met 1, 2 en 3, maar behandelen we als een aparte categorie baten. Ook de politiek-strategische baten zijn niet expliciet in onderstaande figuur opgenomen en zullen we in hoofdstuk 4 verder duiden.



Figuur 4. Ruimtevaart industrie en maatschappelijke doorwerking baten

In de figuur wordt onderscheid gemaakt tussen upstream en downstream ruimtevaart activiteiten. In onderstaand kaders wordt dit onderscheid nader toegelicht.

Upstream en downstream

Upstream en *downstream* zijn veelgebruikte begrippen binnen de ruimtevaart. Met upstream wordt de ruimteinfrastructuur zelf bedoeld; satellieten en draagraketten. De upstream-sector houdt zich bezig met het ontwikkelen van componenten, subsystemen, optische satelliet-instrumenten, geavanceerde zonnepanelen, ontstekers en andere onderdelen voor deze satellieten en draagraketten.

De downstream houdt zich bezig met het ontwikkelen van toepassingen voor het maatschappelijk gebruik van (de output van) ruimtevaartactiviteiten. De meeste toepassingen van de ruimtevaart zijn nu gebaseerd op het gebruik van verschillende typen satellietdata, vaak in combinatie met andere databronnen. Binnen de downstream-sector onderscheiden we verschillende type partijen. Namelijk: ontsluiters van ruwe satellietdata (grondstations) en verwerkers van satellietdata die de data opwerken tot bruikbare en interpreteerbare informatie (value adders). Het daadwerkelijke gebruik van deze opgewerkte informatieproducten in andere domeinen wordt niet meer tot de ruimtevaart gerekend.

De economische foto: de 'enge' economische baten van ruimtevaart

Bij het maken van een economische foto van de ruimtevaartsector in Nederland (zie hoofdstuk 3) staan de directe effecten (werkgelegenheid, bijdrage aan BBP) centraal van bedrijven (inclusief kennisinstellingen) actief in de ruimtevaart in 2014. Ook worden de indirecte effecten bij toeleveranciers (zelfde indicatoren) en als gevolg van bestedingen van buitenlandse werknemers en bezoekers berekend. Van de organisaties in de ruimtevaartsector is bepaald hoeveel en in welke sectoren ze inkopen, waarbij is gecorrigeerd voor interne leveranties binnen de ruimtevaartsector. Vervolgens is door een input-outputanalyse⁷ bepaald hoe groot de werkgelegenheid/toegevoegde waarde bij de toeleveranciers is. Hiermee resulteert een beeld van de omvang en het huidige economische belang van de ruimtevaartsector in Nederland.

Economische foto en MKBA: wat zijn maatschappelijke baten?

Er is een belangrijk verschil tussen een economische foto en een MKBA. De berekende banen en toegevoegde waarde zijn voor een groot deel geen 'maatschappelijke effecten' in termen van een MKBA. De hamvraag bij een MKBA is immers: Hoe zou de situatie (wat betreft werkgelegenheid en BBP) zijn als Nederland niet in de ruimtevaart zou hebben geïnvesteerd (het nulalternatief)? Om die vraag te beantwoorden kijk je alleen naar de effecten op de lange termijn. Het is aannemelijk dat een groot deel van Nederlandse ruimtevaartactiviteiten in het nulalternatief niet in Nederland zou plaatsvinden maar in andere landen. De bijbehorende werkgelegenheid zou dan ook niet in Nederland zijn.

Maar de Nederlandse werknemers die nu hun geld verdienen in de Nederlandse ruimtevaart zijn voor het overgrote deel hoogopgeleide mensen. Zij zouden relatief gemakkelijk ander werk hebben gevonden als Nederland nooit in ruimtevaart zou hebben geïnvesteerd. Wel zouden ze in dat geval gemiddeld vermoedelijk een wat lager salaris hebben verdiend (minder goede allocatie op de arbeidsmarkt).

Een deel van deze Nederlandse werknemers zou in het nulalternatief buiten Nederland in de ruimtevaartsector zijn gaan werken, wat tot minder bestedingen in Nederland zou leiden. Bovendien zouden de buitenlandse werknemers die nu in de Nederlandse ruimtevaartsector

⁷ Zie bijlage 3 voor een toelichting op de input-outputanalyse

werken en de huidige buitenlandse ruimtevaart-gerelateerde bezoekers in het nulalternatief hoogst waarschijnlijk niet in Nederland werken/komen en hier dus ook minder besteden.

Daar kan tegenin worden gebracht dat er in plaats van de ruimtevaartactiviteiten in Nederland in het nulalternatief andere activiteiten zouden zijn ontstaan, die ook weer tot banen en toegevoegde waarde zouden hebben geleid. Mogelijk (veel) minder omvangrijk dan nu het geval is, maar dat is niet exact te bepalen. De hogere lonen en de effecten van de extra bestedingen van buitenlandse werknemers en bezoekers zijn maatschappelijke baten in termen van een MKBA, maar de hoogte van deze baten is moeilijk te bepalen omdat je daarvoor veronderstellingen moet doen over de alternatieve ontwikkeling van de Nederlandse economie in het nulalternatief.

De lange-termijneffecten op werkgelegenheid en BBP waarover geen discussie bestaat, hebben betrekking op dat deel van de beroepsbevolking waar sprake is van structurele werkloosheid (de onderkant van de arbeidsmarkt). In de ruimtevaartsector werken relatief weinig werknemers uit deze groep. Bij toeleveranciers is dat aandeel groter, dus voor de onderkant van de arbeidsmarkt hebben de overheidsuitgaven aan ruimtevaart een structureel positief effect. Dit effect (besparing op uitkeringen en hoger inkomen voor de mensen die nu werken maar in het nulalternatief werkloos zouden zijn) zijn maatschappelijke baten die zonder meer in een MKBA mee worden genomen.

Conclusie is dat het economisch belang van de ruimtevaartsector via een economische foto goed in beeld kan worden gebracht, maar dat de maatschappelijke baten hiervan (in MKBA termen) aanzienlijk kleiner zijn dan het economisch belang zoals dat uit de economische foto blijkt.

Desalniettemin zijn de berekende banen en bijdrage aan het BBP in de foto wel hard toe te schrijven aan de ruimtevaartactiviteiten in Nederland. Als deze activiteiten zouden stoppen, zou dit wel degelijk leiden tot een stijging van de werkloosheid op de korte termijn en mogelijk ook op de middellange termijn.

In hoofdstuk 3 van het rapport wordt ingegaan op de resultaten van de economische foto van de ruimtevaartsector in Nederland.

Andere maatschappelijke baten van ruimtevaart

Uiteindelijk investeert de Nederlandse overheid natuurlijk niet alleen in de ruimtevaart om banen te creëren in de ruimtevaartsector. Belangrijker zijn de maatschappelijke baten die voortkomen uit de toepassingen van ruimtevaart. Kort gezegd gaat het hierbij om de vraag: wat hebben de Nederlanders er aan? En wat voegt het toe aan hun welzijn/welvaart?

Een MKBA is in principe een goede manier om dergelijke effecten in kaart te brengen en te beoordelen of de kosten in verhouding staan tot de maatschappelijke baten. Een heel belangrijk element in een MKBA is het nulalternatief: om de effecten van beleid of een investering vast te stellen, is het nodig om te bepalen wat er zou zijn gebeurd als dat beleid of die investering niet zou hebben plaatsgevonden.

Om het maatschappelijke belang van de Nederlandse investeringen in ruimtevaart van de afgelopen 25 jaar te bepalen, is het dus nodig om vast te stellen hoe de ontwikkelingen zouden zijn geweest zonder deze investeringen.

Een methodologisch probleem hierbij is dat het moeilijk is om vast te stellen wat het nulalternatief is en vooral wat de effecten in het nulalternatief zouden zijn geweest. Wat was er gebeurd als Nederland de afgelopen 25 jaar niet in ruimtevaarttechnologie had geïnvesteerd?

Als je heel kritisch kijkt, zouden alle toepassingen van ruimtevaart waarvan Nederlanders profiteren er waarschijnlijk grotendeels ook zijn als Nederland nooit (of de afgelopen 25 jaar niet) in ruimtevaart zou hebben geïnvesteerd.⁸ Het is goed denkbaar dat de andere Europese landen in dat geval het Nederlandse deel voor hun rekening zouden hebben genomen. De maatschappelijke baten van de toepassingen in het nulalternatief zouden dan ongeveer even groot zijn als in het alternatief waarin Nederland wel investeerde, waarmee de extra maatschappelijke baten uit toepassingen zeer beperkt zijn. Om die reden zou een MKBA van het Europese ruimtevaartprogramma, of specifieke projecten daarbinnen, gemakkelijker zijn dan een MKBA van het Nederlandse deel binnen dit programma: dan worden immers de kosten van complete ruimtevaartprojecten daadwerkelijk afgezet tegen de baten, in plaats van dat moet worden ingeschat welk deel van een project niet (of minder goed) zou zijn uitgevoerd zonder Nederlandse bijdrage en vervolgens wat daar de consequenties van zijn. Dat was hier echter niet de onderzoeksvraag.

Om toch een beeld te krijgen van de maatschappelijke baten van de ruimtevaart werken we in dit rapport verschillende categorieën maatschappelijke baten uit, waarbij we stil staan bij de vraag in hoeverre de baten te relateren zijn aan de Nederlandse bijdragen aan ruimtevaart. Naast de al genoemde economische baten, die in hoofdstuk 3 aan bod komen, gaat het hierbij om de volgende typen maatschappelijke baten:

- Baten van ruimtevaarttoepassingen.
- De wetenschappelijke baten van het Nederlandse ruimtevaartbeleid.
- De politiek-strategische baten van ruimtevaart.

Baten van ruimtevaarttoepassingen

Hier valt te denken aan baten uit ruimtevaarttoepassingen in andere domeinen, waar Nederlanders van profiteren. Zoals reistijdwinsten door navigatie, duurzame energie waardoor luchtkwaliteit verbetert en broeikas effect vermindert, productiviteitswinst en dus lagere kosten in de landbouw, minder door de regen hoeven fietsen, milieubescherming, etc.

Daarnaast leiden de (mede door Nederland ontwikkelde) ruimtevaarttoepassingen tot grensoverschrijdende effecten. Klimaat, luchtkwaliteit, ontbossing en zeespiegelstijging worden internationaal gemonitord, waarmee er ook internationale afspraken te maken zijn die kunnen worden gehandhaafd. In minder ver ontwikkelde landen zijn er grote baten te behalen met technologieën uit de ruimtevaart, bijvoorbeeld in de zoektocht naar grondstoffen, water en de ontwikkeling van gewassen in de landbouw en is er communicatie mogelijk in gebieden die verder beperkt ontsloten zijn. Doordat er weinig alternatieven zijn door een lagere technologische ontwikkeling, is juist in ontwikkelingslanden de toegevoegde waarde van ruimtevaarttechnologie groot. Het speelt dan ook een belangrijke rol in ontwikkelingssamenwerkingsprogramma's. Een bijdrage aan de welvaart in ontwikkelingslanden draagt op haar beurt weer bij aan minder geopolitieke onrust wat een positief effect kan hebben op migratiestromen.

Naast ruimtevaarttoepassingen profiteren bedrijven in andere sectoren ook van in de ruimtevaart ontwikkelde technologie en kennis, oftewel spin-offs. Een bedrijf als ASML maakt bijvoorbeeld gebruik van technologische kennis die in de Nederlandse ruimtevaartsector is ontwikkeld. En ook in de medische sector en bij de ontwikkeling van zonnensensoren wordt gebruik gemaakt van technologie die oorspronkelijk voor de ruimtevaart is ontwikkeld. Dergelijke kruisbestuivingseffecten hebben we in dit onderzoek niet gekwantificeerd.

⁸ Dit geldt niet voor de wetenschappelijke en politiek-strategische baten!.

Wetenschappelijke baten van ruimtevaartbeleid

De investeringen in de ruimtevaart zijn de ingangen tot big science, die alleen mogelijk is via internationale samenwerkingsverbanden. Nederland heeft op een aantal terreinen in de ruimtevaart een wetenschappelijke topositie verkregen. Dit leidt tot internationaal aanzien, aantrekkingskracht op internationale studenten en vergroot de aantrekkingskracht van wetenschappelijk onderzoek.

Deze wetenschappelijke topositie en toegang tot deze vorm van big science hadden we in ieder geval niet in de ruimtevaart gehad als Nederland daar niet in had geïnvesteerd. Wellicht had de wetenschap zich op andere terreinen verder ontwikkeld, maar dat is onzeker. Zonder Nederlandse investeringen in de ruimtevaart kan dus gesteld worden dat belangrijke wetenschappelijke ontwikkelingen zich binnen Nederland niet hadden voorgedaan, waardoor we in mindere mate gebruik hadden kunnen maken van de baten van big science op Europees en mondiaal niveau. Het is speculatief of dat verlies elders gecompenseerd zou worden.

Een ander effect is het belang van de ruimtevaart voor het stimuleren van bèta-techniek. Ruimtevaart (en boegbeelden als Wubbo Ockels en André Kuipers) spreekt bij veel jonge mensen tot de verbeelding. Ruimtevaart kan daarom een grote rol spelen bij wetenschapsvoorlichting en bij de keuze van studenten voor bèta- en techniekstudies.

Politiek-strategische baten van overheidsuitgaven aan ruimtevaart

Het Europese ruimtevaartbeleid is gericht op een aantal strategische doelstellingen die door Nederland zijn onderschreven. Eén daarvan is een zelfstandige Europese toegang tot de ruimte. Met een Europees ruimtevaartprogramma heeft Europa zelf toegang tot de ruimte en zijn we daarvoor dus niet afhankelijk van bijvoorbeeld de VS of Rusland. Dit is in het bijzonder van belang vanuit het oogpunt van veiligheid en defensie, maar bijvoorbeeld ook als het gaat om internationale monitoring van de luchtkwaliteit.

Een andere bate is het internationaal politiek aanzien van Nederland. Ongeacht of Nederland ook zou profiteren van de ruimtevaart als het zelf niet had geïnvesteerd, is het immers de vraag of het fair is om als welvarend land wel de vruchten te plukken maar niet zelf te investeren in de ontwikkelingen die dit mogelijk maken. Is er een morele plicht om aan dergelijke *big science* onderzoeken met grote risico's maar ook grote potentiële baten bij te dragen en dus mee te investeren? Indien men internationaal van mening is dat dit het geval is, kan dat (naast beperking van toegang tot satellietdiensten) leiden tot negatieve effecten op de samenwerking met Nederland en daarmee de politiek-bestuurlijke, wetenschappelijke en handelsbelangen schaden.

Leeswijzer

Nadat in hoofdstuk 3 de economische foto is beschreven, wordt in hoofdstuk 4 van het rapport ingegaan op deze andere categorieën van maatschappelijke baten. Eerst schetsen we in hoofdstuk 2 de beleidscontext.

2 Beleidscontext en overheidsuitgaven

Ruimtevaart is voor Nederland bij uitstek een Europese aangelegenheid. Gezien de benodigde schaal zou er zonder Europa niet of nauwelijks een Nederlands ruimtevaartbeleid zijn. Het Nederlandse ruimtevaartbeleid kan dan ook grotendeels worden gezien als de Nederlandse invulling van (en bijdrage aan) het Europese ruimtevaartbeleid, met daarnaast een relatief bescheiden beleidsruimte voor nationale activiteiten. Ook deze nationale activiteiten zijn voornamelijk gericht op Europa. Dit stelt Nederland in staat om te participeren in en te profiteren van de Europese activiteiten. Deze kunnen onderverdeeld worden in drie lijnen: infrastructuur, toepassingen en wetenschap. Een substantieel deel hiervan wordt uitgevoerd door ESTEC, de grootste locatie van het European Space Agency (ESA) gevestigd te Noordwijk. Hiermee heeft Nederland een belangrijk bijkomend belang in de Europese ruimtevaart. Om inzicht te bieden in het Nederlandse ruimtevaartbeleid zal eerst een beschrijving worden gegeven van het Europese kader en de Nederlandse invulling daarvan. Vervolgens wordt afzonderlijk aandacht besteed aan de drie lijnen, plus beleidskeuzes gericht op ESTEC en een overzicht van de overheidsinvesteringen in de ruimtevaart. Daaruit zal blijken dat het aantal vrijheidsgraden in het Nederlandse ruimtevaartbeleid beperkt is vanwege de omkadering vanuit het Europese ruimtevaartbeleid. Toch kan er een aantal betekenisvolle keuzes worden gemaakt met betrekking tot zowel Europese als nationale activiteiten. Hiermee blijft de richting en schaal van ondersteuning voor infrastructuur, toepassingen en wetenschap wel degelijk in eigen handen. Daarnaast blijkt dat vraagsturing, de maatschappelijke toepassing van de ruimtevaart en het interdepartementale karakter ervan ook in de afgelopen 25 jaar een belangrijk aandachtspunt is geweest in het ruimtevaartbeleid.

2.1 Europese kader en Nederlandse invulling

Zonder Europa zou Nederland geen of een beperkt(e) ruimtevaartbeleid- en sector hebben. Nederland bezit niet de benodigde infrastructuur om satellieten in de ruimte te brengen. Ook de Nederlandse ruimtevaartsector, zowel het deel gericht op infrastructuur als op toepassingen, is zeer afhankelijk van Europa en de aanwezigheid van ESTEC in Nederland, de grootste vestiging van ESA.

Al sinds jaar en dag concentreert het Nederlandse ruimtevaartbudget zich daarom op Europese activiteiten. In 1990 ging 70% van de ruimtevaart-rijksuitgaven naar ESA. In 2014 was dit 75%. In absolute termen zijn de Nederlandse uitgaven aan ESA gestegen van €53,8 mln. in 1990 naar €120,6 mln. in 2014.⁹ De Nederlandse bijdrage aan de ESA-begroting bestaat uit twee onderdelen: verplichte programma's en optionele programma's. De bijdrage aan verplichte programma's is naar rato van het BBP en bedraagt voor Nederland 4,53% van de totale kosten van de verplichte ESA-programma's voor 2015-2017.¹⁰ Hiermee worden algemene middelen, de kosten voor de lanceerbasis in Frans Guyana en het wetenschappelijke programma bekostigd. Ieder land bepaalt zelf voor welk bedrag men op de optionele programma's inschrijft. De optionele programma's omvatten draagrakketten, exploratie, verschillende toepassingsgebieden en technologieoverdracht.¹¹ De Nederlandse

⁹ Rijksuitgaven Ruimtevaart 1990-2014, overzicht opgesteld door EZ/NSO.

¹⁰ Kamerbrief, 24446, nr. 57 (1 december 2014). De Nederlandse inzet bij de Ministerconferentie van de European Space Agency op 2 december 2014 te Luxemburg.

¹¹ Kamerbrief, 24446, nr. 51 (15 november 2012). Ruimtevaartbeleid/ESA Ministersconferentie te Napels d.d. 20 en 21 november 2012.

bijdrage aan de optionele programma's van ESA is 2,2% in 2014. Naast de verplichte en optionele bijdragen van ESA-lidstaten wordt het totale ESA-budget gecompleteerd met een jaarlijkse bijdrage van de Europese Unie (zie ook paragraaf 2.6) en EUMETSAT.

De voorgangers van ESA zijn in de jaren '60 opgericht. Toch heeft het tot het begin van het huidige millennium geduurd voordat er gesproken kon worden van een Europees ruimtevaartbeleid.¹² De afgelopen vijftien jaar werden gekenmerkt door een intensievere Europese samenwerking op het gebied van ruimtevaart. In november 2000 is voor het eerst een gezamenlijke Europese ruimtevaartstrategie geformuleerd door ESA en de Europese Unie, waarmee de eerste stappen werden gezet naar een geïntegreerd ruimtevaartbeleid met een sterkere samenwerking tussen ESA en de EU.¹³ Dit heeft in 2003 geleid tot zowel een groen- als witboek voor de vormgeving en implementatie van een uitgebreid Europees ruimtevaartbeleid.¹⁴¹⁵ Een belangrijke mijlpaal was de raamwerkovereenkomst van de Europese Raad en de ESA council, dat in 2004 in werking trad.¹⁶ Hiermee is de sterkere samenwerking tussen EU en ESA geformaliseerd, met onder andere de gezamenlijke *Space Councils* als resultaat.

Tijdens de vierde Space Council in 2007 is het Europese ruimtevaartbeleid aangenomen door ESA en de EU-lidstaten.¹⁷ Met deze stap heeft Europa een geïntegreerd politiek kader gekregen voor alle Europese ruimtevaartactiviteiten. Nederland heeft hier als EU-voorzitter in 2004 en als voorzitter van de ESA-ministerconferentie 2005 een belangrijke rol in gespeeld.¹⁸ Het ruimtevaartbeleid en de formele rol van ESA zijn in 2009 bekrachtigd in het verdrag van Lissabon.¹⁹

Met de inbedding van het ruimtevaartbeleid in het verdrag van Lissabon wordt het Europese ruimtevaartbeleid op grote lijnen gelegitimeerd op basis van de Lissabondoelstellingen. Aangezien Nederland het Europese beleid onderschrijft vinden we hier ook de legitimatie voor het Nederlandse beleid. In het Europese ruimtevaartbeleid worden het economische belang van de ruimtevaart, het belang van maatschappelijke toepassingen van de ruimtevaart en het belang van ruimteonderzoek aangehaald, maar ter legitimatie wordt ook vooral het *politiek-strategische belang* van de ruimtevaart voor Europa benadrukt. Met het Europese ruimtevaartbeleid onderschrijft Europa het belang van onafhankelijke toegang tot de ruimte en het belang van de ruimtevaart voor de internationale positie van Europa.

In de praktijk richt het beleid zich op de volgende doelstellingen:

- Onafhankelijke Europese toegang tot de ruimte en daaruit voortvloeiende kennis en technologieën²⁰;

¹² ESA (2000). A history of the European Space Agency 1958-1987.

¹³ [http://www.esa.int/About_Us/Welcome_to_ESA/European_milestones/\(print\)](http://www.esa.int/About_Us/Welcome_to_ESA/European_milestones/(print))

¹⁴ EC (2003). Groenboek – Europees ruimtevaartbeleid

¹⁵ EC (2003). Witboek - De ruimtevaart, een nieuwe Europese grens voor een uitbreidende Unie. Een actieplan voor de uitvoering van het Europese ruimtevaartbeleid.

¹⁶ Council of the EU (oktober 2003). Council Decision on the signing of the Framework Agreement between the European Community and the European Space Agency

¹⁷ EU/ESA (2007). Resolution on the European Space Policy. ESA Director General's Proposal for the European Space policy.

¹⁸ Kamerbrief, 24446, nr. 37 (14 april 2008). Ruimtevaartbeleid.

¹⁹ EU (2007). Verdrag van Lissabon, artikel 189.

²⁰ Zonder de Europese ruimtevaartactiviteiten zou Nederland zich niet bezig houden met het verkrijgen van zelfstandige toegang tot de ruimte. Dit kan daarom niet als een directe bate worden gezien (vergeleken met het nulalternatief).

- Toepassing van ruimtevaart in grootschalige programma's met maatschappelijke nut, zoals Galileo (navigatie) en GMES (aardobservatie, nu Copernicus);
- Het stimuleren van de Europese ruimtevaartindustrie;
- Wetenschappelijke programma's binnen geselecteerde gebieden met Europese relevantie en planetaire exploratie;
- Veiligheid en defensie;
- Het inzetten van ruimtevaart ten behoeve van internationale relaties.²¹

Het Nederlandse ruimtevaartbeleid is geënt op het Europese beleid en haar doelstellingen. In grote lijnen streeft Nederland er dan ook naar om "een loyale bijdrage te leveren aan de Europese ambities" zoals verwoord in het Europese ruimtevaartbeleid.²² Inhoudelijke keuzes binnen het Nederlandse beleid zullen om deze reden altijd binnen het Europese kader blijven. Het aantal vrijheidsgraden is daarmee beperkt.

Niettemin behoudt Nederland enige keuzevrijheid. De invulling van haar Nederlandse ruimtevaartbeleid bestaat enerzijds uit de keuze voor de totale hoogte van het ruimtevaartbudget en de keuze om met investeringen de nadruk te leggen op nationale of Europese activiteiten. Anderzijds zijn er inhoudelijke keuzes te maken door de te leggen accenten binnen de domeinen wetenschap, maatschappelijk gebruik en infrastructuur. Deze keuzes worden weerspiegeld in het nationaal flankerend beleid, maar ook in de Nederlandse bijdragen aan optionele ESA (sub)programma's.²³

Nederland draagt vooral bij aan de Europese doelstellingen via de thema's waarin Nederland excelleert. Aangezien bijdragen aan ESA volgens het concept van *juste retour* geheel of grotendeels hun weg naar Nederland vinden door middel van opdrachten, heeft Nederland er baat bij om activiteiten te ondersteunen waar de Nederlandse ruimtevaartsector goed in is. Door te investeren in ESA-programma's en dit te ondersteunen via het nationaal flankerend beleid kan het Nederlandse bedrijfsleven zich positioneren voor opdrachten in de bouw- en onderhoudsfase van projecten binnen deze programma's. Investeringen in maatschappelijke toepassingen richten zich vooral op de programma's Galileo (navigatie) en GMES/Copernicus (aardobservatie). Op het gebied van wetenschap koos Nederland in 2008 voor drie onderzoeksgebieden (zie ook paragraaf 2.4): astronomie (observatie van het heelal), aardgericht ruimteonderzoek (gericht op met name de atmosfeer en vaste aarde) en planeetonderzoek (gericht op planeten in ons zonnestelsel). In het domein ruimte-infrastructuur werd prioriteit gegeven aan satellietonderdelen, onderdelen van lanceervoertuigen en wetenschappelijke instrumenten.²⁴

2.2 Overzicht van het Nederlandse ruimtevaartbeleid

Inhoudelijke hoofdlijnen van het ruimtevaartbeleid

Het Nederlandse ruimtevaartbeleid bevat drie lijnen die al enkele decennia constant en expliciet de hoofdmoot van het beleid vormen: ruimte-infrastructuur, maatschappelijk gebruik en wetenschap.²⁵ Infrastructuur heeft betrekking op de 'traditionele ruimtevaart',

²¹ Zie voetnoot 18.

²² Kamerbrief, 24446, nr. 43 (10 november 2008). Ruimtevaartbeleid.

²³ Zie voetnoot 22.

²⁴ Ibid.

²⁵ Zie bijvoorbeeld de nota's Ruimtevaartbeleid (1983), Ruimtevaartbeleid 1986-1995 (1987), Ruimtevaart onderweg naar 2000 (1995), Kabinetsreactie op het AWT advies over het ruimtevaartbeleid (1999) en de beleidsbrief Ruimtevaart 2001-2007 (2008). Hoewel we hier de term 'infrastructuur' gebruiken is er in 25 jaar ruimtevaart beleidsnota's op verschillende wijzen naar

oftewel de upstream. Het gaat hier om het stimuleren van de Nederlandse capaciteit in technologie- en instrumentontwikkeling voor de ruimtevaart. Tegelijkertijd stellen deze activiteiten Nederland in staat om deel te nemen aan en toegang te verkrijgen tot de Europese ruimtevaart(infrastructuur). Maatschappelijk gebruik verwijst naar toepassingen die voortkomen uit ruimtevaartactiviteiten, en die ingezet kunnen worden in andere maatschappelijke en commerciële domeinen (zie kader). Het deel van de ruimtevaart dat zich bezig houdt met het ontwikkelen van deze toepassingen heet de downstream. De aandacht voor maatschappelijk gebruik in beleidsnota's is groeiende, maar de toepassingsmogelijkheden van de ruimtevaart worden al sinds de jaren '80 erkend (zie paragraaf 2.3). De ruimtevaartsector heeft hiermee directe economische baten, maar ook indirecte maatschappelijke baten.

De vereiste kennisbasis voor ruimtevaartactiviteiten en toepassingen wordt ontleend aan een uiteenlopende set van wetenschapsdisciplines. Dit varieert van traditionele ruimtevaartdisciplines als astronomisch onderzoek (vooral hoge energie- en submilimeter astrofysica), tot bredere ruimtevaartrelevante disciplines als medisch onderzoek (voor microgravitatieonderzoek) en geowetenschappen (voor planeetonderzoek). Naast ondersteuning van de ruimtevaartsector heeft wetenschappelijk ruimteonderzoek ook waarde op zichzelf (zie paragraaf 4.1).

Hoewel deze drie lijnen hier los van elkaar worden gepresenteerd, is het belangrijk te beseffen dat ze sterk met elkaar verweven zijn. Daarbij zijn partijen binnen de ruimtevaartsector maar zelden te classificeren als enkel upstream of enkel downstream. Het Netherlands Institute for Space Research (SRON) richt zich bijvoorbeeld niet enkel op de ontwikkeling van (technologieën en subsystemen voor) instrumenten, maar ook op onderzoek voor het kalibreren, ophalen en toepassen van satellietdata(producten).²⁶

Naast de 'enge' economische baten uit deze sector, de indirecte maatschappelijke baten uit toepassingen en de baten uit ruimteonderzoek spelen ook politiek-strategische overwegingen een rol in het Nederlandse ruimtevaartbeleid. Thema's zoals de opbouw van een Europese ruimtevaartcapaciteit, onafhankelijke Europese toegang tot de ruimte, globale samenwerking, de Nederlandse internationale reputatie (en de negatieve gevolgen als Nederland zich opstelt als *free-rider*) en mondiale problemen waaraan ruimtevaart een bijdrage kan leveren zijn onderwerpen waar ook politieke overwegingen in belangrijke mate een rol spelen.²⁷ Ook de Nederlandse inspanningen om ESTEC te behouden voor Nederland kunnen hier deels onder geschaard worden.

Uitvoering van het ruimtevaartbeleid

Het Nederlandse ruimtevaartbeleid bevat activiteiten op twee niveaus: Europees en nationaal. De beleidsbepalende ministeries van het Nederlandse ruimtevaartbeleid zijn EZ, OCW en IenM. EZ is verantwoordelijk voor de coördinatie van het ruimtevaartbeleid en draagt het grootste deel van het budget bij.

hetzelfde begrip verwezen. In de jaren negentig en daarvoor werd gesproken over de "industriële/technologische doelstelling" en "commerciële/industriële doelstelling". Maatschappelijk gebruik en wetenschap werd regelmatig samengevat in de "gebruikersdoelstelling". De meest recente nota Ruimtevaartbeleid 2014-2020 gebruikt deze termen niet, maar verwijst in meer detail naar de ruimtevaartinfrastructuur, satellietinstrumenten, de ondersteuning van bedrijven en de toepassing van satellietdata.

²⁶ <https://home.sron.nl/divisions-mainmenu-541/earth-and-planetary-science-mainmenu-1438>

²⁷ Kamerbrief, 24446, nr. 1 (6 oktober 1995). Ruimtevaart onderweg naar 2000; Kamerbrief, 24446, nr. 37 (14 april 2008). Ruimtevaartbeleid.

Onder de activiteiten van EZ vallen een substantieel deel van alle upstream activiteiten en sinds 2010 de meeste initiatieven ter stimulering van de downstream. Op Europees niveau financiert EZ het grootste deel van de Nederlandse bijdrage aan ESA, wat de meerderheid van het totale ruimtevaartbudget vormt (zie ook paragraaf 2.6). Daarnaast coördineert EZ het grootste deel van het nationale flankerend beleid met de NSO (Netherlands Space Office) als uitvoerende organisatie. De NSO is in 2009 opgericht uit de ruimtevaartactiviteiten van het NIVR (Nederlands Instituut voor vliegtuigontwikkeling en ruimtevaart), gecombineerd met enkele bescheiden onderdelen van NWO/SRON, de betrokken ministeries en het KNMI.²⁸

Nationale instrumenten omvatten zowel de upstream als de downstream. Een belangrijke (en financieel prominente) activiteit is de ondersteuning van de ontwikkeling van TROPOMI. TROPOMI is een satellietinstrument aan boord van de Sentinel 5-Precursor satelliet voor de monitoring van luchtkwaliteit in het kader van het Copernicus-programma. TROPOMI is ontwikkeld in een samenwerkingsverband tussen Dutch Space (nu Airbus Defence and Space Netherlands), TNO, KNMI en SRON. Hoewel EZ hier coördinerend is dragen ook andere ministeries bij aan TROPOMI. TROPOMI is mede tot stand gekomen via investeringen vanuit het flankerend beleid. Ter bevordering van de toepassing van satellietdata beheert NSO een satelliet data portal, waar openbare satellietdata wordt ontsloten voor Nederlandse gebruikers. Bedrijven worden ondersteund met het *Dutch Technology Transfer Programme* (uitgevoerd door TNO), en vanaf 2004 met het *Business Incubation Programme* (i.s.m. ESA). Naast een fysieke locatie worden haalbaarheidsstudies aangeboden, voor de toepassing van ruimtetechnologie in andere sectoren.²⁹ Tegenwoordig kan daar de subsidieregeling SBIR Ruimtevaart aan worden toegevoegd (zie ook paragraaf 2.3). Voor zowel upstream- als downstream coördineert NSO de ontwikkeling van een aantal technologie- en toepassing-roadmaps.

OCW neemt de meeste ruimtevaart gerelateerde wetenschapsactiviteiten voor haar rekening. Dit zijn zowel de Nederlandse bijdragen aan het wetenschapsprogramma van ESA, een (klein) deel van de Nederlandse bijdragen aan EUMETSAT als het nationale flankerende beleid ter ondersteuning van de wetenschap. Binnen het flankerend beleid wordt het wetenschapsbudget voornamelijk besteed aan het GO-programma (Gebruikers Ondersteuning Ruimteonderzoek). Hiermee stelt OCW financiële middelen beschikbaar voor onderzoekers die gebruik willen maken van wetenschappelijke infrastructuur in de ruimte.

IenM investeert voornamelijk in ruimtevaartactiviteiten van EUMETSAT (de Europese organisatie voor weersatellieten) en het KNMI. Behalve meteorologie omvat dit ook thema's als luchtkwaliteit, water- en golvenmeting, ruimtelijke ordening en klimaatverandering. Daarnaast onderzoekt IenM met behulp van bijvoorbeeld pilots de mogelijkheden van satellietdata binnen IenM domeinen als transport, infrastructuur, water en milieu. IenM is tevens beleidsverantwoordelijk gebruikers departement voor de programma's voor satellietnavigatie.

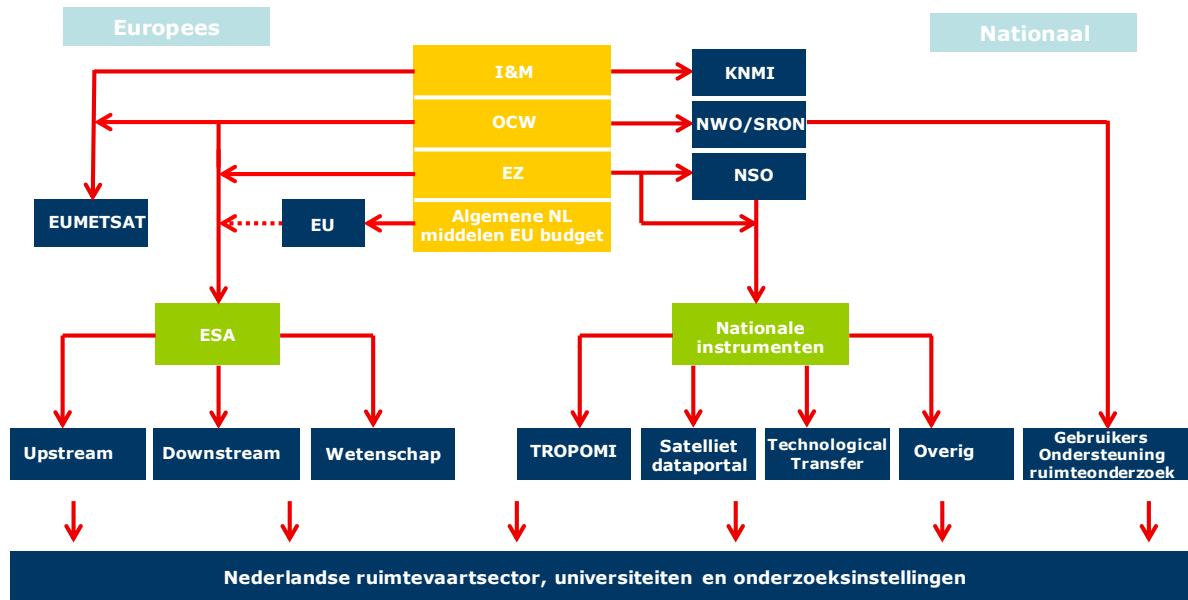
Andere ministeries zoals Defensie, Buitenlandse Zaken, Veiligheid en Justitie en andere zijn door de jaren heen aangehaakt op specifieke thema's of tonen interesse in mogelijke toepassingsmogelijkheden van de ruimtevaart, maar dragen geen structurele verantwoordelijkheid binnen het ruimtevaartbeleid.

Als laatste draagt Nederland ook indirect bij aan Europese ruimtevaartactiviteiten met de algemene middelen bestemd voor de Europese Unie. Een beperkt deel van het totale budget van de EU wordt uitgegeven aan het Europese ruimtevaartbeleid. Het gros van het Europese

²⁸ Ibid.

²⁹ Kamerbrief, 24446, nr. 43 (10 november 2008). Ruimtevaartbeleid.

ruimtevaartbeleid bestaat uit activiteiten van of in samenwerking met ESA, en dan vooral de Copernicus, Galileo en EGNOS-programma's waar tussen 2014 en 2020 €10,7 miljard aan wordt uitgegeven (zie paragraaf 2.6). De overige inspanningen voor het Europese ruimtevaartbeleid gaan naar Horizon 2020. Figuur 5 geeft een overzicht van de uitvoering van het Nederlandse ruimtevaartbeleid op dit moment.



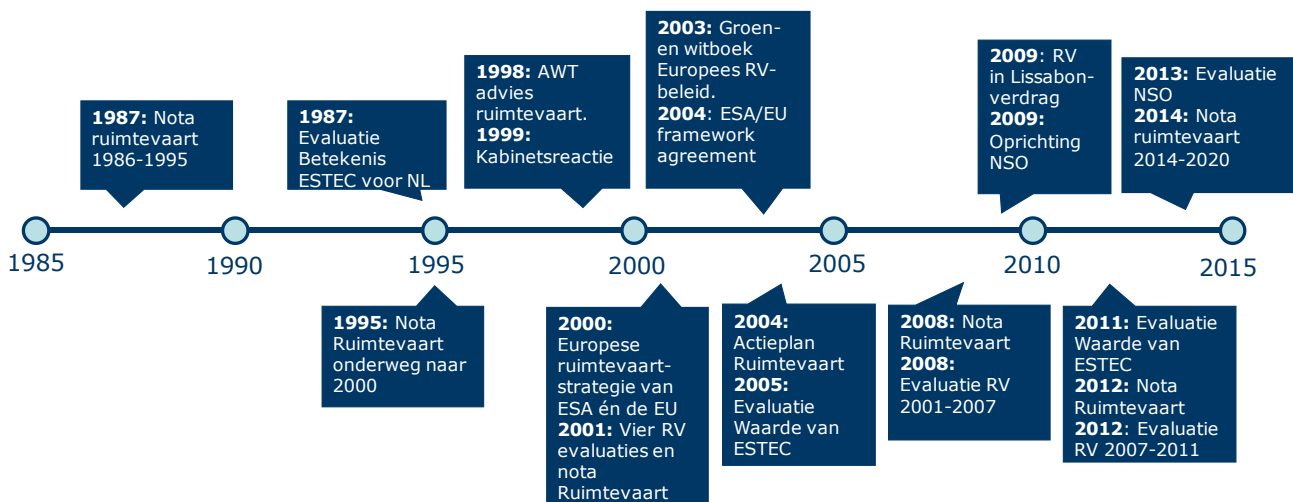
Figuur 5. Overzicht uitvoering ruimtevaartbeleid.

Figuur 6 geeft een overzicht weer van de belangrijkste ontwikkelingen in 30 jaar Nederlands ruimtevaartbeleid. We maken een onderscheid tussen beleidsnota's, Europese/ESA beleidsdocumenten, evaluaties/adviezen en andere documenten of ontwikkelingen. Gemiddeld verschijnt er elke zeven jaar een beleidsnota waarin het ruimtevaartbeleid op hoofdlijnen wordt omschreven. Deze worden veelal voorafgegaan door een beleidsevaluatie. Daarnaast vindt gemiddeld elke drie jaar een ESA ministerconferentie plaats. Op de conferenties schrijven lidstaten zich in voor ESA-programma's, maar ook worden keuzes gemaakt voor de ontwikkeling en lange termijn strategie van ESA. De tijdlijn in Figuur 6 geeft een aantal markante punten in het ruimtevaartbeleid weer; niet alle relevante beleidsdocumentatie is opgenomen. Onder andere de KNAW wetenschapsevaluaties en ESA ministerconferenties ontbreken.

De basis van het huidige Nederlandse ruimtevaartbeleid is gelegd met de beleidsnota Ruimtevaartbeleid uit 1982 en voortgezet met de nota Ruimtevaart 1986-1995 uit 1987.³⁰ Het onderscheid tussen de gebruikersdoelstelling, industriële doelstelling en technologische doelstelling wordt geïntroduceerd. De nadruk komt steeds meer te liggen op het *gebruik* van de ruimtevaart en het vooruitzicht op de toepassingen die hieruit voort kunnen komen. Middelen worden (net zoals de decennia daarna) geconcentreerd in ESA. In 1979 vindt de eerste lancering van de Ariane 1 plaats, waarmee Europa onafhankelijke toegang tot de ruimte verkrijgt. Na een evaluatie van Coopers & Lybrand wordt geconcludeerd dat Nederland substantiële voordelen ondervindt van de nabijheid van ESTEC. Mede door het succes van Ariane 4 en de onderschrijving van het belang van ESTEC beschrijft de nota

³⁰ Kamerbrief, 19868, nr. 1 (5 februari 1987). Het Nederlandse ruimtevaartbeleid 1986-1995.

Ruimtevaart Onderweg naar 2000 in 1995 expliciet het belang van ESA en de politieke doelstelling van het ruimtevaartbeleid.³¹



Figuur 6. Tijdslijn met een overzicht van de belangrijkste ontwikkelingen in 30 jaar Nederlands ruimtevaartbeleid.

In 1998 volgt een kritisch advies van de AWT. De AWT concludeert dat investeringen in de ruimtevaart niet te rechtvaardigen zijn vanuit commercieel-industrieel oogpunt.³² Het kabinet onderschrijft dit echter niet en blijft inzetten op dit thema (zie ook paragraaf 2.3).³³ In 2001 volgt de evaluatie van het ruimtevaartbeleid 2000 door General Technology systems.³⁴ Ondanks een aantal positieve oordelen concludeert men dat commercieel gebruik de afgelopen jaren niet is gestegen. Ook is de evaluator kritisch over de beperkte betrokkenheid van ministeries met een hoge afhankelijkheid van specifieke meetgegevens. De overheid kiest ervoor om hier sterker op in te zetten.

Tegelijk wordt Europese samenwerking steeds belangrijker. Vooral op het gebied van milieu en veiligheid wordt het belang hiervan erkend, met een prominente rol voor aardobservatie en het GMES *flagship*-programma. Dit leidt in de hierop volgende jaren tot een Europese ruimtevaartstrategie.³⁵ Tussen 1998 en het heden volgen 80 succesvolle lanceringen van Ariane-5, de huidige Europese draagraket. In 2004 is André Kuipers de tweede ruimtevaarder met de Nederlandse nationaliteit in de ruimte. Telecommunicatie wordt langzaam overgenomen door de markt. Aardobservatie en de daarmee geproduceerde satellietdata krijgen meer aandacht.

Op nationaal niveau staat het ruimtevaartbeleid tussen 2004 en het heden in het teken van drie thema's: het gebruik van satellietdata, het in Nederland behouden en beter gebruik van ESTEC, en het sterker laten samenwerken van alle partijen in de Nederlandse ruimtevaart.

³¹ Kamerbrief, 24446, nr. 1 (6 oktober 1995). Ruimtevaart onderweg naar 2000; Kamerbrief, 24446, nr. 37 (14 april 2008). Ruimtevaartbeleid.

³² AWT (1998). Ruimtevaartbeleid.

³³ Kamerbrief, 24446, nr. 5 (12 februari 1999). Ruimtevaartbeleid.

³⁴ General Technology Systems (2001). Terug op aarde, evaluatie ruimtevaartbeleid 2000.

³⁵ EU/ESA (2007). Resolution on the European Space Policy. ESA Director General's Proposal for the European Space policy.

De Nederlandse ruimtevaart realiseert zich dat beter moet worden samengewerkt, niet alleen om nieuwe organisaties in de downstream mee te nemen maar ook om met één gezicht op te kunnen treden in Europa. Met het Actieplan Ruimtevaart trekken overheden, kennisinstellingen, bedrijven en universiteiten gezamenlijk op om zo in te kunnen spelen op de kansen die de Europese ontwikkelingen hen biedt, bijvoorbeeld bij nieuwe ESA programma's als GMES en Galileo.³⁶ In 2005 benadrukt TRIARII in een studie het belang van ESTEC voor Nederland.³⁷ TRIARII noemt zowel economische effecten als kennisdeling als belangrijke winsten van de aanwezigheid van ESTEC. Wel kan de interactie met het bedrijfsleven beter. Ondertussen volgt in 2008 een kritische evaluatie van het ruimtevaartbeleid 2001 - 2007 door Berenschot.³⁸ De Nederlandse overheid zou zowel organisatorisch als inhoudelijk te weinig scherpe keuzes maken binnen het ruimtevaartbeleid. In een reactie hierop kondigt de overheid in 2008 de vorming van NSO aan om de uitvoering van het Nederlandse ruimtevaartbeleid transparanter en effectiever te maken. Ook worden scherpere keuzes gemaakt binnen de optionele ESA-programma's. Het accent ligt op activiteiten waar de Nederlandse wetenschap en het bedrijfsleven aan kunnen bijdragen.³⁹ In december 2011 begint André Kuipers aan zijn tweede ruimtereis.

In 2012 en 2013 evalueert Ecorys het ruimtevaartbeleid 2007 - 2011 en het functioneren van NSO.⁴⁰ Ecorys concludeert dat de oprichting van de NSO een duidelijke verbetering is op de eerdere (versplinterde) situatie met een rol voor verschillende uitvoerende organisaties. Ook is de programmering van het beleid verbeterd, met heldere prioriteiten ten aanzien van wetenschap en technologie/industrie. Wel zou Nederland beter gebruik kunnen maken van ESTEC, door de contacten tussen ESTEC, het Nederlandse bedrijfsleven en de wetenschap verder uit te bouwen. Ook waarschuwt Ecorys voor de effecten van mogelijke bezuinigingen op het behoud van ESTEC in Nederland.

Met de nota Ruimtevaartbeleid 2014 - 2020 wordt sterker ingezet op vraagsturing en het gezamenlijk optreden van de Nederlandse sector op een internationaal podium.⁴¹ Een instrumentencluster is in oprichting, het merk NL Space wordt geïntroduceerd als het gezicht van de Nederlandse ruimtevaartsector (zie ook paragraaf 2.5) en bedrijvenondersteuning wordt versterkt via subsidieregeling SBIR Space. Daarnaast worden roadmaps opgesteld voor veelbelovende upstream- en downstream sectoren. Op de meest recente ESA-ministerconferentie in december 2014 is besloten om in te zetten op de ontwikkeling van de Ariane-6. Hiermee komt een einde aan een lange Europese discussie over de ontwikkeling van oftewel een verder verbeterde versie van de Ariane-5, oftewel een geheel nieuw model. Met de Ariane-6 hoopt Europa de concurrentie met opkomende commerciële lanceerbedrijven beter aan te kunnen gaan.

In de volgende paragrafen gaan we dieper in op de beleidsontwikkelingen binnen de hoofdlijnen infrastructuur, toepassingen (beide in paragraaf 2.3) en wetenschap (paragraaf 2.4). Daarnaast wordt extra aandacht besteed aan de rol van ESTEC in beleid en ontwikkelingen in de investeringen in ruimtevaartbeleid (paragraaf 2.6). De belangrijkste bevindingen zijn in paragraaf 2.7 opgetekend.

³⁶ Kamerbrief, 24446, nr. 27 (9 november 2004). Actieplan Ruimtevaart.

³⁷ Triarii (2005). Value of ESTEC.

³⁸ Berenschot (2008). Evaluatie van het Nederlandse ruimtevaartbeleid 2001-2006.

³⁹ Kamerbrief, 24446, nr. 37 (14 april 2008). Ruimtevaartbeleid.

⁴⁰ Ecorys (2012). Beleidsonderzoek Ruimtevaartbeleid 2007-2011; Ecorys (2013). Evaluatie Netherlands Space Office.

⁴¹ Kamerbrief, 24446, nr. 55 (11 september 2014). Ruimtevaartbeleid 2014-2020.

2.3 Van ruimtevaart infrastructuur naar ruimtevaart toepassingen: de worsteling met vraagsturing

In de begindagen van het Nederlandse ruimtevaartbeleid (1960 - 1980) lag het accent vrijwel volledig op de infrastructuur en ruimteonderzoek. Gedacht werd dat beleid gericht op het ondersteunen van de upstream vrijwel automatisch zou leiden tot commerciële groeimarkten met vele spin-offs.⁴²

Toch kwam men in het begin van de jaren '80 al tot de constatering dat een bredere toepassing van de ruimtevaart niet van de grond komt zonder overheidsingrijpen.⁴³ De nota uit 1982 introduceerde dan ook de 'gebruikersdoelstelling'. Hiermee werd uitgesproken dat een succesvol Nederlands ruimtevaartbeleid haar pijlen moest richten op het versterken van het industriële draagvlak. Oftewel: *"Primair zal het beleid gericht zijn op de praktische toepassing van de ruimtevaart ten behoeve van diverse (potentiële) gebruikers in Nederland. (...) In samenhang daarmee zullen de afzetmogelijkheden voor producten en diensten van de Nederlandse industrie worden bevorderd op de Europese markt en op de wereldmarkt"*.⁴⁴ Met behulp van de overheid zou de ruimtevaart breder benut kunnen worden in uiteenlopende markten en domeinen.

Deze focus op toepassingen is de afgelopen decennia een constante geweest in beleidsnota's. In 1987 omschrijft men het *"breder benutten van de wetenschappelijke en industriële capaciteit, ook buiten de ruimtevaart"* als één van de hoofdlijnen van het beleid. Ook het versterken van de inbedding van de ruimtevaart in de gebruikersgemeenschap wordt genoemd.⁴⁵ In beide gevallen gaat het zowel om economische- als maatschappelijke benutting van ruimtevaartkennis. Bedrijven binnen en buiten de directe ruimtevaart worden sterker betrokken. Veelal in de vorm van financiële ondersteuning voor hoofdaannemers bij ESA-opdrachten, Nederlandse ESA-bijdragen op deelgebieden waar Nederlandse ondernemingen profijt van hebben en nationale activiteiten om nieuwe gebruikers en industrieën te ondersteunen. Op het maatschappelijke vlak participeren steeds meer ministeries in het ruimtevaartbeleid met het oog op nieuwe toepassingsmogelijkheden, namelijk de ministeries van Defensie en van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur (naast de ministeries EZ, OCW en het toenmalige VenW). Beide ministeries dragen op dat moment enkele miljoenen gulden bij (respectievelijk zes en vier in 1990) en hebben betrekking op nationale technologieontwikkeling voor ESA-projecten en het gebruik van satellieten voor (publieke) omroepen.

Acht jaar later worden dezelfde hoofdlijnen herhaald, met de nuancering dat de beoogde industriële verbreding inmiddels voldoende is gerealiseerd. Deze hoofdlijn wordt bijgesteld van *"een streven naar verbreding van het industriële draagvlak naar een streven naar versterking van het gerealiseerde"*.⁴⁶

Ondanks vijftien jaar aan toepassingsgericht beleid concludeert de AWT in 1998 dat het gevoerde beleid niet aan de verwachtingen heeft voldaan. Het industriële draagvlak zou in deze periode eerder zijn verzwakt dan versterkt. Nederlandse bedrijven nemen zeer kleinschalig deel aan ruimtevaartprogramma's en van *spin-offs* en uitstraling naar andere

⁴² Beschreven in Kamerbrief, 19868, nr. 1 (5 februari 1987). Het Nederlandse ruimtevaartbeleid 1986-1995.

⁴³ Ibid.

⁴⁴ Geciteerd in Kamerbrief, 19868, nr. 1 (5 februari 1987). Het Nederlandse ruimtevaartbeleid 1986-1995.

⁴⁵ Ibid.

⁴⁶ Kamerbrief, 24446, nr. 1 (6 oktober 1995). Ruimtevaart onderweg naar 2000.

sectoren zou amper sprake zijn. Daarnaast zouden ook maatschappelijke domeinen maar gedeeltelijk betrokken zijn geraakt bij de ruimtevaart. In 1998 nam het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), een belangrijk gebruikersdepartement, bijvoorbeeld niet deel aan het aardobservatieprogramma. Hoewel de AWT investeringen in ruimtevaartinfrastructuur en wetenschap gerechtvaardigd vond (vooral door de aanwezigheid van ESTEC), is de conclusie dan ook om publieke investeringen in ruimtevaarttoepassingen stop te zetten.⁴⁷ In de hierop volgende kabinetsreactie kiest men ervoor om deze aanbeveling niet op te volgen. De afzwakking van het industriële draagvlak wordt niet herkend, en: "*spin-offs zijn weliswaar niet een hoofddoelstelling (...), maar wel een belangrijk neveneffect*".⁴⁸

Sinds de jaren '00 richt het ruimtevaartbeleid zich sterker op het laten betrekken van het Nederlandse bedrijfsleven binnen specifieke prioriteitsgebieden, in navolging van de NIVR evaluatie uit 2001.⁴⁹ De gebruikersdoelstelling wordt in 2001 onderverdeeld in niet alleen wetenschappelijk en institutioneel gebruik, maar ook *commercieel* gebruik.⁵⁰ Vanaf 2004 ligt er met het Actieplan Ruimtevaart een document met een sterkere nadruk op het laten samenwerken van de gehele waardeketen binnen de ruimtevaart. Naast het ruimtesegment (lanceervoertuigen, satellieten, instrumentatie, etc.) wordt ook geluisterd naar het grondsegment (data-ontvangers), dataverwerking en distributie, en de afnemers en eindgebruikers van dataproducten die traditioneel buiten de ruimtevaart vallen. Valorisatie, educatie en communicatie worden belangrijker. Toepassingen worden nadrukkelijker toegespitst op satellietdata, met daarbinnen een focus op de domeinen aardobservatie, navigatie en telecommunicatie.⁵¹ Naast investeringen in GMES en Galileo leidt dit tot onder andere de oprichting van incubator ESA-BIC in 2005 op de ESTEC-campus⁵² (zie ook paragraaf 2.5) en beleid gericht op de benutting van satellietdata.⁵³

In navolging van deze concretere aandacht voor de downstream wordt verkend welke mogelijkheden satellietdata hebben voor verschillende ministeries waarin de ruimtevaart traditioneel geen of een bescheiden rol speelt, zoals LNV, VROM en BZ.⁵⁴ De beleidsnota uit 2012 zet deze lijn voort.⁵⁵ Momenteel lopen er programma's ter benutting van satellietdata in ministeries als BuZa (G4AW-programma), Defensie en VenJ.⁵⁶ Aangezien dezelfde ambitie al in de beleidsnota uit 1987 werd uitgesproken, blijft de maatschappelijke toepassing van de ruimtevaart een continue uitdaging vormen.

Ook de nota Ruimtevaartbeleid 2014 - 2020 maakt duidelijk dat ruimtevaart dienstbaar hoort te zijn aan maatschappelijke en commerciële ambities.⁵⁷ Vraagsturing komt meer centraal te staan. Dit geldt voor infrastructuur, waaraan bijvoorbeeld de oprichting van een instrumentencluster moet bijdragen, maar ook voor commerciële en maatschappelijke toepassingen. Hieraan wordt vormgegeven met het opstellen van roadmaps voor zowel

⁴⁷ AWT (1998). Ruimtevaartbeleid.

⁴⁸ Kamerbrief, 24446, nr. 5 (12 februari 1999). Kabinetsreactie op het AWT advies over het ruimtevaartbeleid.

⁴⁹ NIVR Raad van Advies (2001). Beleidsadvies ruimtevaart: Ruimtevaart activeert oplossingen maatschappelijke problemen.

⁵⁰ Kamerbrief, 24446, nr. 11 (12 juli 2001). Ruimtevaartbeleid.

⁵¹ Kamerbrief, 24446, nr. 27 (9 november 2004). Ruimtevaartbeleid – Actieplan Ruimtevaart.

⁵² Kamerbrief, 24446, nr. 37 (14 april 2008). Ruimtevaartbeleid.

⁵³ Kamerbrief, 24446, nr. 46 (26 juni 2012). Ruimtevaartbeleid.

⁵⁴ Zie voetnoot 52.

⁵⁵ Zie voetnoot 53.

⁵⁶ Interviews.

⁵⁷ Kamerbrief, 24446, nr. 55 (11 september 2014). Ruimtevaartbeleid 2014-2020.

upstream- als downstreamthema's. Op basis van vraagsturing worden met de roadmaps ideeën verzameld voor technologieontwikkeling en marktwerking.

Daarnaast beargumenteert de nota het belang van samenwerking tussen universiteiten, kennisinstellingen, bedrijven en overheden. De roadmaps worden tevens ingezet om samenwerking tussen partijen te stimuleren. Ook brancheorganisaties als SpaceNed en het Holland Space Cluster worden genoemd. Bedrijven worden ondertussen ondersteund met vooral generieke regelingen als de WBSO en *Seed Capital Regeling* en de Nederlandse participatie in ESA-ontwikkelprogramma's als PRODEX en het *General Support Technology Programme*. Het *Small Business Innovation & Research*-programma is in 2015 opengesteld voor de ruimtevaartsector (SBIR-Space), waarmee pre-commerciële activiteiten van het MKB en kennisinstellingen worden gefinancierd.

Van ruimtevaart-specifieke nationale regelingen wordt steeds minder gebruik gemaakt, vanuit het idee dat dit opgevangen wordt door generieke regelingen als de WBSO en Europese regelingen als GTSP en PRODEX. Een prominente ruimtevaart-specifieke regeling was het NRT-programma (Nationaal Ruimtevaarttechnologie Programma) en de voorzetting daarvan in de PEP-regeling (Prekwalificatie ESA-Programma's) vanaf 2003.⁵⁸ Beide waren subsidieregelingen waarmee een deel van de kosten werden vergoed die bedrijven maakten ter voorbereiding op een deelname aan ESA-programma's. De PEP-regeling is in 2013 stopgezet.

Inhoudelijk blijft de nadruk liggen op mogelijke toepassingen van satellietdata, met Galileo, Copernicus en EGNOS⁵⁹ als Europese *flagship*-programma's. Hierbij is oog voor de ontwikkeling van instrumenten en componenten, zoals met het Nederlandse instrument TROPOMI, als ook voor de toepassing van hiermee geproduceerde satellietdata. Op initiatief van EZ is een Taakgroep Toepassingen Satellietdata ingesteld, wat in 2014 resulteerde in het rapport met een analyse van veelbelovende groeisectoren voor satellietdata.⁶⁰ Op basis van dit rapport zijn drie downstream sectoren centraal gesteld: 1) landbouw en voedselzekerheid; 2) energie; 3) stedelijke ontwikkeling in delta's. Deze sectoren zullen onder andere de meeste aandacht krijgen in het SBIR-Space programma. Ook kijkt men onder andere naar de mogelijkheden van de overheid als innovatieve inkoper van satellietdata-applicaties, is er een satelliet-dataportal ontwikkeld en worden bedrijven ondersteund bij het benaderen van buitenlandse markten en topsectoren. Hoewel maatschappelijke en commerciële toepassingen van de ruimtevaart al enkele decennia op de agenda staan, lijkt er nu gericht op te worden ingezet.

2.4 Gemaakte keuzes in wetenschapsbeleid

Sinds 1990 neemt OCW, verantwoordelijk voor het wetenschapsbeleid binnen de ruimtevaart, constant ongeveer 30% van de totale rijksuitgaven voor ruimtevaart in beslag. In absolute termen is het OCW budget gestegen van €25,8 miljoen in 1990 naar €44,5 miljoen in 2014.⁶¹ Verschillende argumenten worden gebruikt om investeringen in ruimteonderzoek te legitimeren. Ruimteonderzoek appelleert aan de intrinsieke nieuwsgierigheid, biedt uitstekende opleidingsmogelijkheden, helpt in het beantwoorden van

⁵⁸ Kamerbrief, 24446, nr. 21 (22 september 2003). Ruimtevaartbeleid.

⁵⁹ European Geostationary Navigation Overlay Service. Een programma om de nauwkeurigheid van positiebepaling via bestaande satellietnavigatienetwerken te verbeteren. EGNOS wordt opgevolgd door Galileo.

⁶⁰ Taakgroep Toepassingen Satellietdata (2014). De Ruimte voor het gebruik. 'Meer waarde voor onze Aarde'.

⁶¹ Rijksuitgaven Ruimtevaart 1990-2014, overzicht opgesteld door EZ/NSO.

maatschappelijke vragen en leidt tot nieuwe technologieën en spin-offs naar economie en maatschappij.⁶² Door de stabiele prestaties van het Nederlandse ruimteonderzoek, onder andere onderstreept in verschillende ruimteonderzoeken door de KNAW in (2000, 2005, 2011, zie ook paragraaf 4.1), was het draagvlak voor dit wetenschapsdomein de afgelopen 25 jaar relatief constant.⁶³

De Nederlandse uitgaven aan wetenschappelijk ruimteonderzoek bestaan uit twee onderdelen. Ten eerste investeert Nederland in wetenschappelijke activiteiten van ESA waaraan Nederlandse wetenschappers kunnen bijdragen. Daarnaast biedt Nederland directe ondersteuning voor ruimteonderzoek in Nederland. Hieronder vallen financiële bijdragen aan kennisinstellingen als SRON, maar ook biedt NWO gebruikersondersteuning (GO) voor specifieke onderzoeksprojecten. GO werd tot 2009 gecoördineerd door SRON; sindsdien is dit overgenomen door NSO.

In de begindagen van het ruimteonderzoek (1960 - 1980) lag de nadruk louter op fundamenteel onderzoek, zonder direct bruikbare maatschappelijke toepassingen. Sinds de introductie van de gebruikersdoelstelling in 1982 gaat het echter in steeds sterkere mate om wetenschap met duidelijkere en bredere maatschappelijke baten.

Deze ontwikkeling naar toepasbaarheid van wetenschap uit zich ook in ontwikkelingen in de wetenschappelijke ruimtevaartdomeinen waarin Nederland actief is. In 25 jaar wetenschappelijk ruimteonderzoek onderscheiden we de domeinen astronomie, microgravitatie, aardobservatie, en planeetonderzoek.

Nederland kent een lange historie als het gaat om astronomisch onderzoek. Door de Nederlandse expertise in instrumentenontwikkeling hebben we een wetenschappelijke toppositie opgebouwd in deze discipline, voornamelijk op het gebied van infrarood/submillimeter-astrofysica. In 1974 werd de volledig Nederlandse satelliet ANS gelanceerd (Astronomische Nederlandse Satelliet). Tot de jaren '80 waren Nederlandse ruimtewetenschappers hoofdzakelijk actief in dit domein. Dit resulteerde in aanzienlijke bijdragen aan bijvoorbeeld de IRAS (*Infrared Astronomical Satellite*) in 1983 en diverse instrumenten op astronomische satellieten van ESA.⁶⁴ Ook nu wordt deze toppositie nog gehandhaafd.⁶⁵ Vraagstukken die hier momenteel spelen betreffen onder andere donkere materie, het ontstaan van superzware zwarte gaten en de vorming van sterren.

In de jaren '80 groeit microgravitatie als wetenschapsdomein. Microgravitatieonderzoek combineert wetenschapsdomeinen als chemie, biologie en geneeskunde om onderzoek te doen naar de invloed van de zeer beperkte zwaartekracht in satellieten en ruimtestations op een scala aan (natuurkundige, chemische en medische) processen. Nederland bouwt vooral een goede reputatie op op het terrein van de levenswetenschappen, waarmee de kiem wordt gelegd voor de ruimtereizen van André Kuipers (opleiding als medicus).⁶⁶ Al vanaf 1986 ondersteunt NWO via SRON onderzoeksprojecten gericht op microgravitatie. De nota uit 1987 omschrijft microgravitatieonderzoek als een veelbelovend domein.⁶⁷ De hierop

⁶² ⁶² Kamerbrief, 24446, nr. 55 (11 september 2014). Ruimtevaartbeleid 2014-2020.

⁶³ KNAW (2000). Evaluatiecommissie Ruimteonderzoek (Commissie-Van der Laan). Wetenschappelijk ruimteonderzoek in Nederland: Kennis, kansen, keuzen; KNAW (2005). Evaluatie wetenschappelijke ruimteonderzoek 2002-2005; KNAW (2011). Evaluatie wetenschappelijke ruimteonderzoek in Nederland 2006-2011.

⁶⁴ Kamerbrief, 19868, nr. 1 (5 februari 1987). Het Nederlandse ruimtevaartbeleid 1986-1995.

⁶⁵ Kamerbrief, 24446, nr. 55 (11 september 2014). Ruimtevaartbeleid 2014-2020.

⁶⁶ Kamerbrief, 24446, nr. 1 (6 oktober 1995). Ruimtevaart onderweg naar 2000.

⁶⁷ Zie voetnoot 64.

volgende jaren blijft microgravitatie groeien als wetenschapsdomein, culminerend in vele experimenten in het ISS rond 2005. Vanaf 2005 dalen de nationale activiteiten in microgravitatieonderzoek. In 2008 wordt het domein expliciet tot wetenschappelijke posterioriteit verklaard. Wel worden er op dit gebied door ESA nog Nederlandse experimenten uitgevoerd.⁶⁸

Vanaf 1990 erkent de Nederlandse overheid steeds sterker de potentie van aardobservatie als een wetenschapsdomein met veelbelovende economische en maatschappelijke toepassingen. Met de ontwikkeling van vele meteorologische satellieten in de periode 1980-1990 groeien de mogelijkheden voor aardobservatie op basis van ruimteonderzoek, waarna de deelgebieden van het domein snel verbreden. In de hierop volgende jaren bouwt Nederland sterke onderzoeksgroepen op gericht op aardobservatieonderzoek ten behoeve van onder andere de atmosfeer, hydrosfeer en geosfeer.⁶⁹ Vanaf 1993 biedt de overheid gebruikersondersteuning voor aardobservatieonderzoek. Naast de academische prestaties erkent de AWT in 1998 de impact van aardobservatieonderzoek op de downstream.⁷⁰ Satellietinstrumenten voor de metingen naar de atmosfeer en vooral luchtkwaliteit worden een stokpaardje van het Nederlandse ruimteonderzoek, met belangrijke bijdragen aan de satellietinstrumenten GOME (1995), SCIAMACHY (2002), OMI (2004) en TROPOMI (2016). Hoewel commerciële toepassingen nog enigszins van de grond moeten komen heeft Nederland op dit moment een wetenschappelijke toppositie in aardobservatieonderzoek. Met de komst van aardobservatie-satellieten van het Copernicus-programma (oftewel de *Sentinels*) hoopt de overheid deze positie steviger te verankeren.⁷¹

In de periode 2005-heden is planeetonderzoek een sterk opkomend wetenschapsgebied.⁷² Binnen het kader van planeetonderzoek wordt onderzoek gedaan naar vraagstukken met betrekking tot de structuur, evolutie en (mogelijkheid van) leven van/op andere planeten in ons zonnestelsel. Planeetonderzoek geldt als een zeer multidisciplinair onderzoeksveld, waarbij domeinen als de aardwetenschappen, astronomie, chemie en biologie samenkomen. In 2011 omschrijft de KNAW in een evaluatie van het ruimteonderzoek de mogelijkheden voor Nederlandse wetenschappers in het ESA *flagship*-programma ExoMars (ter verkenning van de biologische omgeving van Mars) en toekomstige missies naar Jupiter.⁷³

Naast de inhoudelijke keuze om de nadruk sterker te leggen op toepasbare wetenschapsdomeinen (vooral zichtbaar in de groei van aardobservatieonderzoek door de jaren heen), is het Nederlandse ruimtevaartbeleid vooral ook explicieter keuzes gaan maken. Tot 2008 gaan de meeste inspanningen weliswaar naar bovenstaande wetenschapsdomeinen, maar de overheid definieert geen prioriteitsdomeinen. Dit verandert in 2008, na een oproep Berenschot in de beleidsevaluatie 2001-2007 voor helderdere keuzes.⁷⁴ In 2008 worden astronomie, aardobservatie en planeetonderzoek door de overheid benoemd tot wetenschappelijke prioriteitsgebieden.⁷⁵ In 2011 beschrijft de KNAW dat planeetonderzoek een serieuze groei doormaakt, terwijl de (inter-)nationale activiteiten binnen microgravitatieonderzoek slinken.⁷⁶ Deze drie prioriteitsgebieden worden ook nu nog

⁶⁸ Kamerbrief, 24446, nr. 37 (14 april 2008). Ruimtevaartbeleid.

⁶⁹ Zie voetnoot 66.

⁷⁰ AWT (1998). Ruimtevaartbeleid.

⁷¹ Kamerbrief, 24446, nr. 55 (11 september 2014). Ruimtevaartbeleid 2014-2020.

⁷² Ibid.

⁷³ KNAW (2011). Evaluatie wetenschappelijke ruimteonderzoek in Nederland 2006-2011.

⁷⁴ Berenschot (2008). Evaluatie van het Nederlandse ruimtevaartbeleid 2001-2006.

⁷⁵ Zie voetnoot 68.

⁷⁶ Zie voetnoot 73.

gehandhaafd.⁷⁷ Wel beslaan deze domeinen samen het overgrote deel van het Nederlandse ruimteonderzoek (zowel bestaande sterktes als opkomende domeinen), waardoor de impact van de keuze voor de sector beperkt blijft.

2.5 ESTEC

Met ESTEC in Noordwijk huisvest Nederland de grootste vestiging van ESA. Ongeveer 1400 ESA werknemers werken er, op een totaal personeelsbestand van ongeveer 2680 medewerkers.⁷⁸ ESTEC vormt het technische hart waar ESA het merendeel van haar ruimtevaartprogramma's voorbereidt, ontwikkelt en uitvoert. Het gaat hier om alle type ESA missies: wetenschap, exploratie, telecommunicatie, satellietnavigatie, aardobservatie en de bemande ruimtevaart. Daarnaast herbergt ESTEC uitgebreide testfaciliteiten en wordt er samengewerkt met universiteiten, kennisinstellingen, internationale ruimtevaartorganisaties en het bedrijfsleven.⁷⁹ In termen van werknemers is ESTEC het op vier na grootste kennis- en onderzoeksinstituut in Nederland.⁸⁰

ESTEC is een centrale speler in het Nederlandse ruimtevaartcluster en kan dus ook rekenen op de nodige aandacht in beleidsstukken en evaluaties. Naast eventuele additionele werkgelegenheid is eerder gewezen op eventuele effecten van een internationaal, hoogopgeleide gemeenschap als ESTEC op het Nederlandse bedrijfsleven, universiteiten, andere kennisinstellingen.⁸¹ Daarnaast is ESTEC gegroeid door de jaren heen. In 1995 betekende ESTEC nog circa 1700 arbeidsplaatsen voor Nederland, inclusief *contractors*.⁸² In 2004 was dit ongeveer 2000.⁸³ Volgens de meest recente cijfers uit 2014 omvat de totale staf werkzaam in ESTEC momenteel ongeveer 2500 medewerkers.⁸⁴

Het belang van ESTEC is de afgelopen decennia erkend in vrijwel alle beleidsnota's. Na een positieve evaluatie van Coopers en Lybrand omschrijft de ruimtevaart beleidsbrief uit 1995 niet enkel de bijdrage van de aanwezigheid van ESTEC aan de nationale werkgelegenheid, maar ook bijkomende voordelen als een verhoging van het nationale kennisniveau, intensievere contacten en een betere benutting van de ESA-expertise.⁸⁵ Ook in 2001 beschrijft het kabinet na een evaluatie van General Technology Systems dat de vestiging van ESTEC een positieve invloed heeft op de economie en als *focal point* fungeert voor de Nederlandse ruimtevaart.⁸⁶ De nota 2014-2020 beschrijft de intentie om ESTEC in haar geheel te behouden en versterken, op basis van de ESTEC White Paper van Topteam HTSM. Hierin wordt becijferd dat de omzet van ESTEC in Nederland in 2011 4,26 maal hoger was dan de Nederlandse bijdrage aan ESA in dat jaar.⁸⁷

⁷⁷ Zie voetnoot 71.

⁷⁸ Actuele cijfers aangeleverd door ESTEC, 05-04-2016.

⁷⁹ http://www.esa.int/About_Us/ESTEC/ESTEC_European_Space_Research_and_Technology_Centre

⁸⁰ AWT (1998). Ruimtevaartbeleid.

⁸¹ Ecorys (2012). Beleidsonderzoek Ruimtevaartbeleid 2007-2011; Ecorys (2013). Evaluatie Netherlands Space Office.

⁸² Kamerbrief, 24446, nr. 1 (6 oktober 1995). Ruimtevaart onderweg naar 2000.

⁸³ Triarii (2005). Value of ESTEC.

⁸⁴ Ibid; http://m.esa.int/About_Us/Careers_at_ESA/Frequently_asked_questions

⁸⁵ Coopers & Lybrand CiVi Consultancy (1995). Analyse van de betekenis van ESTEC voor Nederland en http://www.esa.int/About_Us/ESTEC/ESTEC_European_Space_Research_and_Technology_Centre

⁸⁶ Kamerbrief, 24446, nr. 11 (12 juli 2001). Ruimtevaartbeleid.

⁸⁷ High Tech Systems and Materials top team (2013). ESTEC White Paper. Spinning in and spinning off: Ways to strengthen the ties between ESTEC and the Dutch knowledge infrastructure.

Het Nederlandse aandeel in het ESA budget is de afgelopen decennia mondjesmaat gedaald. Waar dit tussen 1987 en 1994 nog op ongeveer 3% lag, was het 2,6% in 2006 en 2,3% in 2015.⁸⁸ Gezien het Nederlandse aandeel in het BNP van alle ESA-lidstaten, namelijk 4,5% over de afgelopen jaren, draagt Nederland hiermee beneden gemiddeld bij aan de financiering van ESA. Tabel 1 laat zien dat landen als België en Zwitserland ondanks een lager BBP beduidend meer bijdragen aan ESA. Dit is opvallend, aangezien Nederland met de vestiging van ESTEC en de bovengemiddelde return uit ESA-opdrachten juist meer profiteert van haar ESA-lidmaatschap dan landen van vergelijkbare grootte.

Met de relatieve daling in de Nederlandse bijdrage aan ESA wordt het als een steeds reëler gevaar gezien dat ESTEC activiteiten worden overgeheveld naar andere ESA vestigingen. Vanaf de jaren 2000 wordt daarom nadrukkelijker uitgesproken dat Nederland zich inzet voor het behoud van ESTEC.⁸⁹ In 2006 worden extra middelen beschikbaar gesteld voor de ruimtevaart om hiermee de positie van ESTEC in Nederland te versterken.⁹⁰ Na eerder aangekondigde bezuinigingen volgt in 2008 dan ook een motie om deze weer ongedaan te maken om ESTEC te versterken.⁹¹ Hoewel hier in 2008 slechts ten dele gehoor aan wordt gegeven, lijkt het behoud van ESTEC een sterkere rol in de legitimatie van het Nederlandse ruimtevaartbeleid te spelen. In de nota 2014-2020 is aangekondigd dat vanaf 2018 structureel €13 miljoen meer beschikbaar is voor optionele programma's, vooral ter bescherming van de positie van ESTEC.

⁸⁸ Zie voetnoot 80; Kamerbrief, 24446, nr. 34 (1 februari 2006). Verslag ESA ministerconferentie te Berlijn; Kamerbrief, 24446, nr. 58 (4 februari 2015). Verslag ESA ministerconferentie te Luxemburg; http://www.esa.int/For_Media/Highlights/ESA_budget_2015

⁸⁹ Zie voetnoot 86.

⁹⁰ Berenschot (2008). Evaluatie van het Nederlandse ruimtevaartbeleid 2001-2006.

⁹¹ Kamerstuk, 24446, nr. 41 (1 juli 2008). Motie van de leden Hessels en Bessink.

Tabel 1. ESA-bijdragen en bijdragen aan het totale BPP van de ESA-lidstaten per ESA-lidstaat.⁹²

Lidstaat	ESA-bijdrage	Bijdrage aan totale BPP ESA-lidstaten
Duitsland	24,6%	19,9%
Frankrijk	22,2%	14,4%
Italië	10,2%	10,8%
Verenigd Koninkrijk	9,9%	16,9%
Belgie	5,8%	2,7%
Zwitserland	4,2%	3,5%
Spanje	4,1%	7,1%
Zweden	2,5%	2,9%
Nederland	2,3%	4,5%
Noorwegen	1,8%	2,2%
Oostenrijk	1,6%	2,2%
Polen	0,9%	2,8%
Roemenië	0,8%	1,1%
Denemarken	0,8%	1,8%
Luxemburg	0,7%	0,3%
Ierland	0,6%	1,4%
Finland	0,6%	1,4%
Portugal	0,5%	1,2%
Tsjechië	0,4%	1,0%
Griekenland	0,4%	1,2%
Estland	0,1%	0,1%
Hongarije	0,0%	0,7%

Toch blijft ook met dit extra budget de bijdrage van Nederland relatief laag vergeleken met andere landen. Het lijkt er hiermee eerder op dat de bijdrage van Nederland 'op peil' wordt gehouden dan dat er sprake is van groei in de relatieve bijdrage van Nederland aan ESA.

De aandacht voor het effectief benutten van de ESTEC vestiging en de met ruimtevaart opgedane kennis neemt toe. In 2005 concludeert Triarii dat de zichtbaarheid van ESTEC en de interactie met het bedrijfsleven niet optimaal is.⁹³ In dezelfde periode worden meerdere initiatieven opgestart om het bedrijfsleven in contact te brengen met ruimtevaartkennis- en technologie. Met het *Dutch Technology Transfer Programme* (DTTP) krijgen bedrijven de mogelijkheid om haalbaarheidsstudies te laten uitvoeren voor de toepassing van ruimtevaarttechnologie in andere sectoren.⁹⁴ In 2005 wordt ook ESA-BIC opgericht.⁹⁵ Met de implementatie van het White Paper van de Topsector HTSM wordt in 2013 door NSO een communicatieplan opgesteld met als doel het ontwikkelen van de zichtbaarheid van de ruimtevaartsector en vooral ESTEC. Dit resulteert in NL Space, een nieuw merk waarmee de NSO de combinatie Nederland plus ruimtevaart beter op de kaart wil zetten. Daarnaast wordt

⁹² Bronnen: http://www.esa.int/For_Media/Highlights/ESA_budget_2015 en Eurostat. Naast de bijdragen van ESA-lidstaten ontvangt ESA financiering van andere landen als Canada en via de Europese Unie en EUMETSAT.

⁹³ Triarii (2005). Value of ESTEC.

⁹⁴ Kamerbrief, 24446, nr. 43 (10 november 2008). Ruimtevaartbeleid.

⁹⁵ Kamerbrief, 24446, nr. 37 (14 april 2008). Ruimtevaartbeleid.

vanaf 2014 ingezet op het beter verbinden van de kennis en kunde van ESTEC met universiteiten, kennisinstellingen en bedrijven. Hierbij gaat het om het opzetten van gezamenlijk onderzoek, het trainen van stagiaires, de plaatsing van postdocs, het delen van testfaciliteiten en andere samenwerkingsvormen. Via gerichte sessies worden bedrijven en ESTEC vertrouwd gemaakt met elkaars behoeften en mogelijkheden. In 2017 wordt het Galileo Referentie Centrum geopend in Noordwijk. Hiermee willen de EU, ESA en Nederland bevorderen dat de opgebouwde kennis bij de ontwikkeling van het Galileo-programma ook in de exploitatiefase behouden blijft voor ESTEC. Ook dit biedt mogelijkheden voor Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen.⁹⁶

ESA heeft de Nederlandse overheid in 2015 verzekerd dat de activiteiten van ESTEC op dit moment op hetzelfde niveau zullen blijven.⁹⁷ Hoewel ESTEC hiermee op de korte termijn enige zekerheid heeft, zal ook in de toekomst het behoud van ESTEC waarschijnlijk een belangrijk thema blijven.

2.6 Ontwikkeling in de Nederlandse uitgaven in de ruimtevaart

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de Nederlandse uitgaven in de ruimtevaart, oftewel de kostenkant van een MKBA. De Nederlandse uitgaven in de ruimtevaart zijn sinds 1990 substantieel gegroeid. Niettemin zijn ze behoorlijk stabiel als ze naast de ontwikkeling van het BBP worden gelegd.⁹⁸ In 1990 bedroegen de totale rijksuitgaven aan het ruimtevaartbeleid nog €77,2 miljoen. In 2014 was dit gegroeid tot €161,1 miljoen. Over de afgelopen 10 jaar is gemiddeld jaarlijks €147,3 miljoen uitgegeven (zie ook Figuur 7). Beide vormden 0,03% van het Nederlandse BBP in de betreffende jaren.⁹⁹

Naast de uitgaven voor het Nederlandse ruimtevaartbeleid, die hieronder uitgebreider beschreven worden, wordt een klein percentage van de totale EU-begroting gespendeerd aan de Europese ruimtevaart. Aangezien Nederland hieraan bijdraagt wordt indirect nog eens €55,6 miljoen uitgegeven aan de ruimtevaart.¹⁰⁰

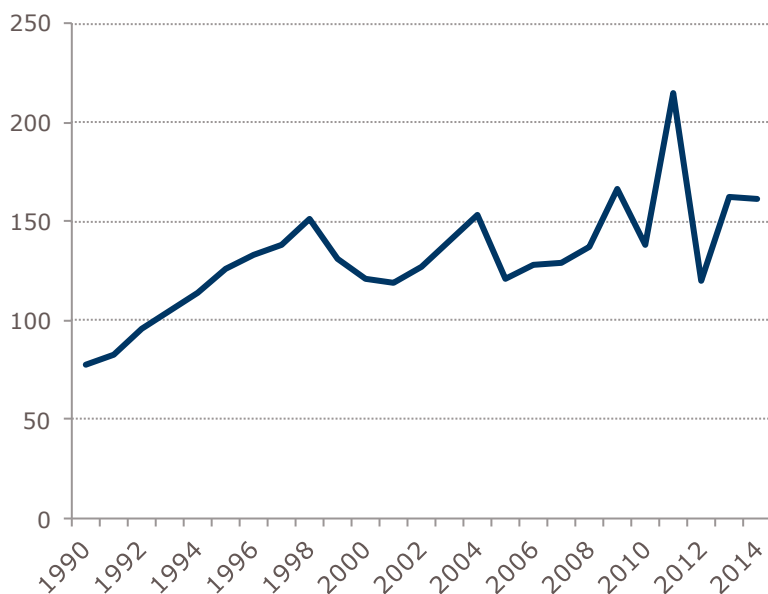
⁹⁶ Zie voetnoot 80.

⁹⁷ Interviews.

⁹⁸ De bron voor nagenoeg alle info in deze paragraaf: Rijksuitgaven Ruimtevaart 1990-2014, overzicht opgesteld door EZ/NSO.

⁹⁹ Bron voor het BBP: CBS (2015). Statline.

¹⁰⁰ In 2013 was het totale budget van de Europese Commissie €150,9 miljard. De Nederlandse bijdrage was €4,7 miljard, oftewel een aandeel van 3.1%. De totale Europese uitgaven aan de ruimtevaart via de Galileo, EGNOS en Copernicus programma's bedragen gezamenlijk €10,7 miljard over 2014-2020 (zie Meerjarig Financieel Kader 2014-2020). Hiermee schatten we de jaarlijkse indirecte bijdrage van Nederland aan deze activiteiten op €55,6 miljoen.

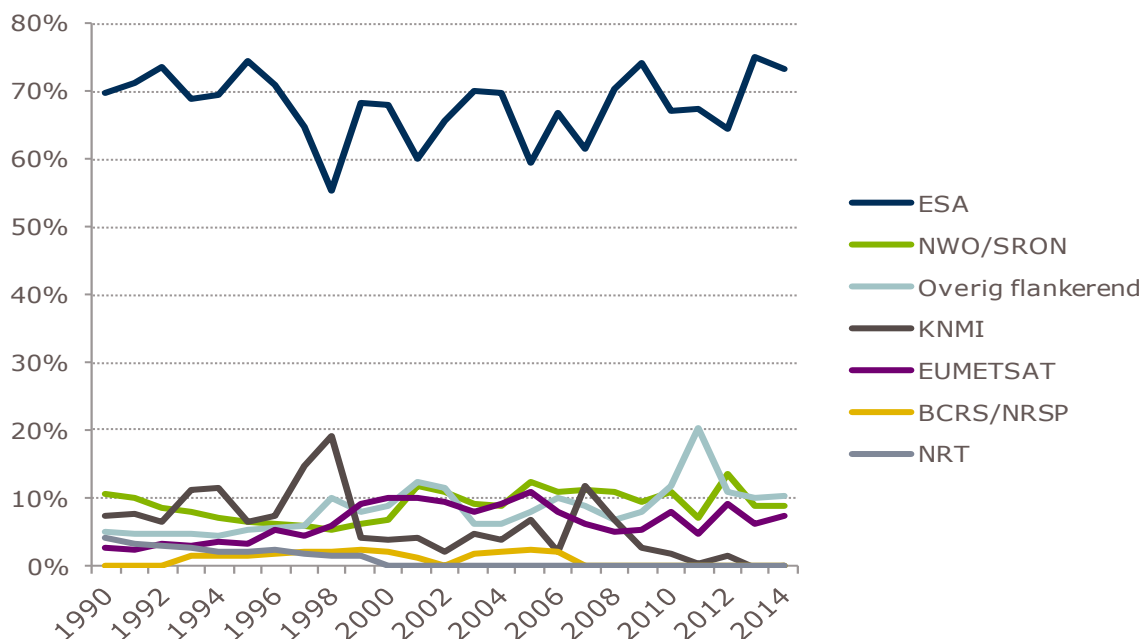


Figuur 7. Totale rijksuitgaven ruimtevaartbeleid 1990-2014 in miljoenen euro.

Nagenoeg alle uitgaven voor het ruimtevaartbeleid komen op het conto van EZ, OCW en VenW/IenM (zie ook paragraaf Overzicht van het Nederlandse ruimtevaartbeleid 2.2). EZ neemt tussen 1990 en 2014 gemiddeld 55% van de uitgaven voor haar rekening. Voor OCW is dit 31%, tegenover 13% voor IenM. Tot 1999 wordt gemiddeld 3% van de uitgaven gedragen door Defensie, via het NIVR Ruimte Technologie (NRT) programma ter bevordering van industriële ruimtevaart activiteiten (later opgevolgd door de PEP-regeling). De bijdrage van EZ is door de jaren heen in verhouding gegroeid; waar dit nog 52% bedroeg in 1990, werd in 2014 66% van de totale rijksuitgaven aan ruimtevaart bijgedragen door EZ. De bijdrage van OCW is relatief constant gebleven, met een percentage wat al 25 jaar rond de 30% ligt. IenM bevond zich tot 2007 op gemiddeld 15%, maar is sindsdien gedaald tot 6%. Deze daling hangt samen met de overheveling van middelen voor aardobservatiebeleid naar EZ in 2010.

Verreweg de grootste post binnen de gehele rijksuitgaven aan ruimtevaart vormen bijdragen aan ESA. De uitgaven aan ESA vormen met enige uitschieters gemiddeld 68% van de volledige Nederlandse rijksuitgaven in de ruimtevaart. Andere posten vormen NWO/SRON (9%), de KNMI (6%), EUMETSAT (6%), de beleidscommissie *Remote Sensing* (BCRS of eerder NRSP, 1%), NRT (1%) en overig nationaal flankerend beleid (7%).¹⁰¹

¹⁰¹ Stopgezet na 2006.



Figuur 8. Verdeling rijksuitgaven ruimtevaartbeleid 1990-2014 in procenten.

EZ neemt het grootste deel van de uitgaven aan ESA voor haar rekening (gemiddeld 70% in de periode 1990-2014). Daarnaast vallen de NSO en overige nationale instrumenten onder EZ. De overige 30% van de ESA-uitgaven worden betaald vanuit het budget van OCW. Dit geldt ook voor de uitgaven aan SRON. De uitgaven van OCW aan het wetenschapsprogramma van ESA en aan SRON zijn relatief constant; geheel in lijn met het stabiele draagvlak voor ruimteonderzoek dat ook in beleidsnota's terug te vinden is. Daarnaast draagt OCW sinds 1998 jaarlijks gemiddeld €1,5 miljoen bij aan EUMETSAT. IenM neemt het merendeel van de Nederlandse uitgaven aan EUMETSAT voor haar rekening. Ook de uitgaven aan het KNMI (en tot 2006 de BCRS/NRSP) vallen onder IenM. De overige ruimtevaartmiddelen zijn in 2008 door IenM overgedragen aan EZ.

De gebruikersdoelstelling van het ruimtevaartbeleid wordt sinds 2000 anders vormgegeven; het bedrijfsleven wordt sterker bij het beleid betrokken. Toch zien we dit maar beperkt terug in de rijksuitgaven. Bijdragen aan ESA gericht op de downstream vormen de afgelopen 15 jaar met enige jaarlijkse fluctuaties ongeveer 10,5% van de totale Nederlandse ESA bijdrage).¹⁰² Technology Transfer en de satellietdataportal (typische downstream instrumenten) zijn weliswaar pas sinds 2011 opgericht maar, kosten dusdanig weinig (opgeteld €4,3 miljoen tussen 2011-2014) dat de impact op de totale uitgaven klein zijn. De Beleidscommissie *Remote Sensing* heeft tussen 1993 en 2006 gemiddeld jaarlijks €2,2 miljoen geïnvesteerd, maar is sindsdien stopgezet. Bedrijfsondersteuning via de PEP regeling bestond al enkele decennia en is in 2014 ook beëindigd. Andere vormen van bedrijfsondersteuning gaan via generieke instrumenten als de WBSO en *Seed Capital* regeling.¹⁰³ Gelet op de beperkte omvang van de ruimtevaartsector kunnen dergelijke instrumenten niet gezien worden als een bewuste keus om specifiek de downstream te stimuleren.

¹⁰² Gebaseerd op interne NSO calculatie gedeeld met Dialogic.

¹⁰³ Kamerbrief, 24446, nr. 37 (14 april 2008). Ruimtevaartbeleid.

2.7 Belangrijkste bevindingen en politiek-strategisch belang

Het Nederlandse ruimtevaartbeleid kan gezien worden als de Nederlandse invulling van het Europese ruimtevaartbeleid. Zonder de gezamenlijke Europese activiteiten gebundeld in ESA zou Nederland hoogstwaarschijnlijk geen of een beperkt(e) ruimtevaartbeleid- of sector hebben. In de afgelopen 15 jaar heeft Europa (en daarmee Nederland) een steeds sterker geïntegreerd Europees ruimtevaartbeleid ontwikkeld. Hoewel het aantal vrijheidsgraden voor Nederland hiermee beperkt is, zijn er nog steeds mogelijkheden om duidelijke keuzes te maken. Vooral met de optionele ESA programma's, maar ook op nationaal niveau valt er nog steeds wat te kiezen. We constateren dat Nederland inzet op haar wetenschappelijke en economische sterktes.

In de periode 1990-2015 vormen drie lijnen zeer constant de hoofdmoot van het beleid: upstream, downstream en wetenschap. Wel zien we dat Nederland sinds 2000 op intensievere en vooral andere wijze inzet op toepassingen. Er worden duidelijkere keuzes gemaakt binnen de downstream, en ook de overheid zelf heeft in steeds meer publieke domeinen aandacht voor mogelijke toepassingen van satellietdata. Toch is deze ontwikkeling beperkt terug te vinden in de rijksuitgaven. ESA-bijdragen en nationale uitgaven gericht op de downstream zijn weliswaar lichtelijk gegroeid, en ook bijdragen aan bijvoorbeeld TROPOMI of sommige uitgaven van OCW dragen deels bij aan de downstream. Niettemin blijven de uitgaven aan de downstream relatief laag, als we dit naast het feit leggen dat beleidsnota's door de tijd heen zeer constant benadrukken dat de focus ligt op vraagsturing en het *toepassen* van de ruimtevaartkennis. Wel is het mogelijk dat de downstream meer gebaat is bij beter gerichte activiteiten dan bij enkel hogere uitgaven.

Ruimteonderzoek kan al vanaf de begindagen van de ruimtevaart rekenen op een breed en continu draagvlak. Ook investeringen hierin zijn constant. Wel worden door de jaren heen duidelijkere inhoudelijke keuzes gemaakt, waarbij de aandacht voor wetenschapsdomeinen met een sterke toepassingsgerichtheid stijgt. Waar Nederland in 1990 voornamelijk aandacht had voor astronomie en microgravitatie, zijn in 2015 astronomie, aardobservatie en planeetexploratie als prioriteitsgebieden aangewezen.

ESTEC neemt in het Nederlandse ruimtevaartbeleid een belangrijke rol in. Eerdere rapporten concluderen eensgezind dat Nederland een groot belang heeft bij het behouden van ESTEC voor Nederland¹⁰⁴, en dit wordt in beleidsnota's onderkend. In beleidsdocumentatie lijkt de aandacht voor het behoud van ESTEC (en vooral de noodzaak daarvan) groeiende te zijn. Ook wordt de interactie tussen ESTEC en overige partijen in het Nederlandse kennissysteem steeds belangrijker geacht.

De aandacht voor het behoud van ESTEC kan niet los worden gezien van de Nederlandse bijdragen aan ESA. Deze zijn al jaren structureel relatief laag vergeleken met die van andere ESA-leden. Ook na de aangekondigde verhoging van het budget in 2018 blijft het Nederlandse aandeel aan de lage kant. Dit kan het op de lange termijn moeilijker maken om ESTEC in zijn huidige vorm te behouden voor Nederland.

¹⁰⁴ Zie bijvoorbeeld: Coopers & Lybrand CiVi Consultancy (1995). Analyse van de betekenis van ESTEC voor Nederland. TRIARII (2005). Value of ESTEC. AWT(1998). Ruimtevaartbeleid. TRIARII (2011). Waarde van ESTEC voor Nederland.



3 Economische foto Nederlandse ruimtevaart

Hoe belangrijk is de ruimtevaartsector voor de Nederlandse economie? Om hoeveel banen gaat het en welk deel van het Bruto Binnenlands Product (BBP) komt er uit voort? In dit hoofdstuk gaan we hierop in. Daarbij kijken we niet alleen naar de ruimtevaartsector zelf, maar ook naar toeleveranciers en de bestedingen van buitenlandse bezoekers en werknemers. Een speciale plek ruimen we in voor de ESA vestiging in Noordwijk, ESTEC. In dit hoofdstuk laten we de economische foto van de Ruimtevaartsector in Nederland zien. Hoeveel banen zijn er, direct en indirect mee gemeoid? En welke bijdrage levert de sector aan het BBP? (paragraaf 3.3) Maar voor we daar op in gaan, bespreken we eerst relevante bestaande literatuur op dit gebied (paragraaf 3.1) en geven we aan hoe we de ruimtevaartsector in dit onderzoek hebben afgebakend (paragraaf 3.2).

3.1 Economische waarde ruimtevaart in literatuur

Het economisch belang van de ruimtevaartindustrie is al eerder onderzocht, en dan vooral de toegepaste satelliet sector. Uit een studie (niet uitputtend) van recente literatuur blijkt dat er grote verschillen zijn in de afbakening van de sector. Bovendien wordt in sommige onderzoeken ook de maatschappelijke impact meegeteld. Een consistente vergelijking tussen de verschillende bronnen is daarom niet mogelijk. Uit de literatuur kunnen we wel concluderen dat de ruimtevaartindustrie internationaal groeit en dat satellieten een aanzienlijk deel van de omzet bepalen. Voor de downstream, maar ook voor de maakindustrie in de upstream. Communicatie is hierbij de grootste en meest volwassen markt. Locatiebepaling is in betrekkelijk korte tijd een belangrijke component in de ruimtevaart geworden en de omzet wordt voor een deel buiten de ruimtevaartsector gerealiseerd door bedrijven die gebruik maken van de vrij beschikbare GNSS signalen. Aardobservatie is een markt in ontwikkeling en heeft ondanks een sterke groei in de omzet nog een klein aandeel in de totale omzet. In onderstaande box is dit verder uiteen gezet.

Omvang satellietindustrie wereldwijd

Tauri¹⁰⁵ (2014) heeft in opdracht van de *Satellite Industry Organization* (SIA) de satellietindustrie uitvoerig beschreven. Daarvan worden jaarlijks omzetsmetingen uitgevoerd. Hierbij wordt de markt opgesplitst in satellietontwikkeling, satelliet-dienstlevering (m.n. communicatie en een klein deel observatie), de lanceerindustrie en grondinfrastructuur (vooral GPS-apparatuur en tv-ontvangers). De wereldwijde omzet in het totaal van deze sectoren wordt geschat op 195 miljard dollar voor het jaar 2013. Dat deze markt niet verzadigd is en groei doormaakt blijkt uit de gemiddelde jaarlijkse omzettoename van 11% voor de periode 2004-2013. Meer dan de helft van de omzet is afkomstig uit de satelliet-dienstverlening (vooral televisie). Op de tweede plaats volgt de grondinfrastructuur met iets meer dan een kwart van de omzet. De overige sectoren dragen samen 10 procent bij aan de omzet. De verkoop van communicatietoepassingen (radio, televisie, (mobiel) internet en mobiele telefonie) levert 60% van de directe omzet op voor de industrie. Ondanks een groei van 16% tussen 2012 en 2013 bepaalt de aardobservatietechniek minder dan een procent

¹⁰⁵ Tauri Group, 2014. State of the Satellite Industry Report.

http://www.sia.org/wp-content/uploads/2014/05/SIA_2014_SSIR.pdf

van de totale omzet. De inkomsten uit *Global Navigation Satellite Systems* (GNSS), voor locatiebepaling, bedragen 16%. Dit bedrag wordt volledig op het conto geschreven van de grondinfrastructuur. Het is immers gratis om GPS signalen op te pikken; alleen de verkoop van ontvangers levert de industrie inkomsten op. Het grootste deel van de overige omzet komt uit ondersteuning en constructie.

Het onderscheid tussen upstream en downstream komt niet duidelijk naar voren in deze studie. Wel wordt de categorie grondinfrastructuur onderscheiden. Daarin vallen in deze studie bijvoorbeeld ook GPS-ontvangers en satelliettelevisie kastjes. Het is duidelijk dat in deze studie de ruimtevaartsector breed is gedefinieerd: ook de verkoop van communicatie en navigatietoepassingen wordt aan de ruimtevaart toegerekend. Dat is niet het geval in de studie van ASD Eurospace, zie onderstaande box, waaruit dan ook een heel andere verdeling van de omzet wordt gegeven.

Europese ruimtevaart maakindustrie

ASD Eurospace¹⁰⁶ (2015), een NGO die ruimteonderzoek stimuleert op Europese schaal, presenteert een jaarlijks overzicht van de status van de Europese ruimte-maakindustrie, met de meest recente gegevens uit 2014. Hieronder vallen bedrijven die ruimtesystemen bouwen voor lancering, ruimtereizen, satellieten en grondinfrastructuur. Uit dit rapport komt naar voren dat Europese overheden een grote invloed hebben op de industrie. Zowel als stimulator en als afnemer. De totale omzet van de sector bedraagt 7,2 miljard euro, waarvan meer dan de helft (3,9 miljard euro) afkomstig is van door de overheid gefinancierde 'institutionele' ruimteprogramma's. ESA is met bestedingen van ruim 2,5 miljard euro in 2014 de grootste afnemer van de ruimtevaart maakindustrie. Binnen de commerciële markt (in totaal goed voor 3,3 miljard euro) wordt de meeste omzet gedraaid met de productie van satellietssystemen (60%). Hierbinnen domineren de satellietssystemen voor communicatiedoelinden. Een kwart van de omzet is afkomstig van de bouw van lanceersystemen. Grondsystemen en infrastructuur voorzien in de overige inkomsten.

Er zijn ook specifiekere studies die inzoomen op deelmarkten. Zie onderstaande box voor een studie van de deelmarkt van locatiebepaling met behulp van satellieten.

Wereldwijde omzet GNSS

The European GNSS Agency ¹⁰⁷ (GSA, 2015) kijkt specifiek naar de markt voor locatiebepaling binnen de satellietindustrie. GSA geeft aan dat 3,6 miljard GNSS apparaten in gebruik zijn, waarvan een half miljard in de Europese Unie. Voor Europa in het geheel komt dit neer op 1,1 GNSS apparaten per inwoner. Deze trend is opgaand; in 2023 zullen dit er 2,1 per capita zijn. Het merendeel van deze apparaten betreft chips in smartphones. De wereldwijde 'downstream' kern-omzet wordt geschat op 50 miljard. Als hierbij ook de 'mede mogelijk gemaakte' omzet wordt gerekend (bijvoorbeeld de omzet van smartphones met GPS-chips) dan stijgt dit bedrag naar 200 miljard. Hierbij moet worden aangetekend dat deze definitie van downstream ook bedrijven omvat die locatiegegevens in systemen verwerken. Deze vallen buiten de afbakening van de ruimtevaartsector die we in deze studie hanteren. Ook deze omzettrend is opgaand; het grootste deel van de voorspelde kern-omzet tussen 2013 en 2023 is afkomstig uit navigatie (91%). Systemen in de luchtvaart dragen slechts 1% van de omzet bij. Een kwart van de wereldwijde omzet van de downstream GNSS

¹⁰⁶ ASD Eurospace (2015). The state of the European Space Industry in 2014
<http://www.eurospace.org/Data/Sites/1/pdf/factandfigures/simpaper2015final.pdf>

¹⁰⁷ GSA (2015). GNSS Market Report

industrie wordt in Europe gegeneerd. Daarmee is Europa na de Verenigde Staten de belangrijkste speler in deze industrie.

Economisch belang van ruimtevaart in Nederland

Er is weinig onderzoek gedaan naar de waarde van de gehele Nederlandse ruimtevaartindustrie. Het experimenteel-wetenschappelijke karakter van de meeste sectoren maakt het lastig om deze te kwantificeren. Wel heeft het ministerie van Economische Zaken¹⁰⁸ (2008) een overzicht gegeven van een aantal kerncijfers van de Nederlandse ruimtevaart. Zie onderstaande box.

Laatste integrale overzicht voor 2007

De omzet van de sector bedraagt 133 miljoen euro in 2007. In de gegevens wordt onderscheid gemaakt tussen upstream en downstream, al is het niet duidelijk hoe deze gedefinieerd zijn. Het grootste deel van de gegeneerde omzet komt binnen vanuit de upstream. Vooral raketlanceringen en wetenschappelijke ondersteuning hebben belangrijke aandelen in de omzet. Minder dan 20 procent van de omzet komt uit de downstream, waarin vooral de aardobservatie hier dominant? is. Navigatie- en communicatietoepassingen dragen respectievelijk 1,6 en 0,3 procent bij aan de totale omzet. Er wordt verwacht dat inkomsten vanuit de downstream zullen toenemen ten opzichte van de upstream, omdat "Nederland erop inzet het gebruik van ruimtevaartgegevens te vergroten". In de studie is ook onderscheid gemaakt naar het type afnemer: ESA, buitenlands of binnenlands bedrijf. Evenals in Europa als geheel is ook in Nederland ESA de grootste afnemer; ze bepaalt de helft van de omzet van de overige bedrijven. Hierbuiten is twintig procent afkomstig vanuit het buitenland en de rest betreft transacties tussen Nederlandse bedrijven. In 2007 telde de sector bijna 1000 werknemers, waarvan driekwart universitair is opgeleid. Opmerkelijk is dat het ESTEC personeel in deze bron voor hetzelfde jaar op 2000 medewerkers wordt geschat maar deze niet zijn meegenomen als werknemers in de ruimtevaartsector. De sector is blijkbaar gedefinieerd als de Nederlandse bedrijvigheid exclusief ESTEC, maar een duidelijke definitie is niet te vinden.

Daarnaast is er versnipperd onderzoek gedaan naar deelsectoren in de ruimtevaart. Zo heeft Trarii (2012)¹⁰⁹ de waarde van ESTEC bepaald (2650 banen en 300 mln. aan bestedingen), maakt ESA jaarlijks een inschatting van de werkgelegenheid in de upstream sector voor alle deelnemende landen (983 banen in Nederland in 2014)¹¹⁰. De werkgelegenheid in de satellietdata verwerkende bedrijven in Nederland is in 2012 op 180 FTE geschat met een bijbehorende omzet van 16 miljoen euro.¹¹¹

3.2 Afbakening ruimtevaartsector, upstream en downstream

Zoals uit de bovenstaande beschouwing blijkt, is er geen eenduidige definitie voor de afbakening van de ruimtevaartsector. Deze loopt uiteen van alleen de kant van ontwikkeling en lancering van raketten, satellieten en ruimtestations, tot het meenemen van *alle space-enabled* diensten als navigatie, satelliettelevisie (incl. installatie en aanschaf apparatuur) en zelfs de financiële dienstverlening die de timingscomponent van GPS gebruikt¹¹². Om het

¹⁰⁸ Ministerie van Economische Zaken (2008). Nederland en Ruimtevaart.

¹⁰⁹ Triarii (2012). Waarde van estec voor nederland update 2011.

¹¹⁰ ESA (2016). Intermediate report on the space economy 2016.

¹¹¹ Taakgroep Toepassingen Satellietdata (2014). Meer waarde voor onze aarde.

¹¹² Department for Business Innovation and Skills (2010). The Space Economy in the UK: An economic analysis of the sector and the role of policy. BIS Economics paper, No. 3, February 2010. & Davies, A.

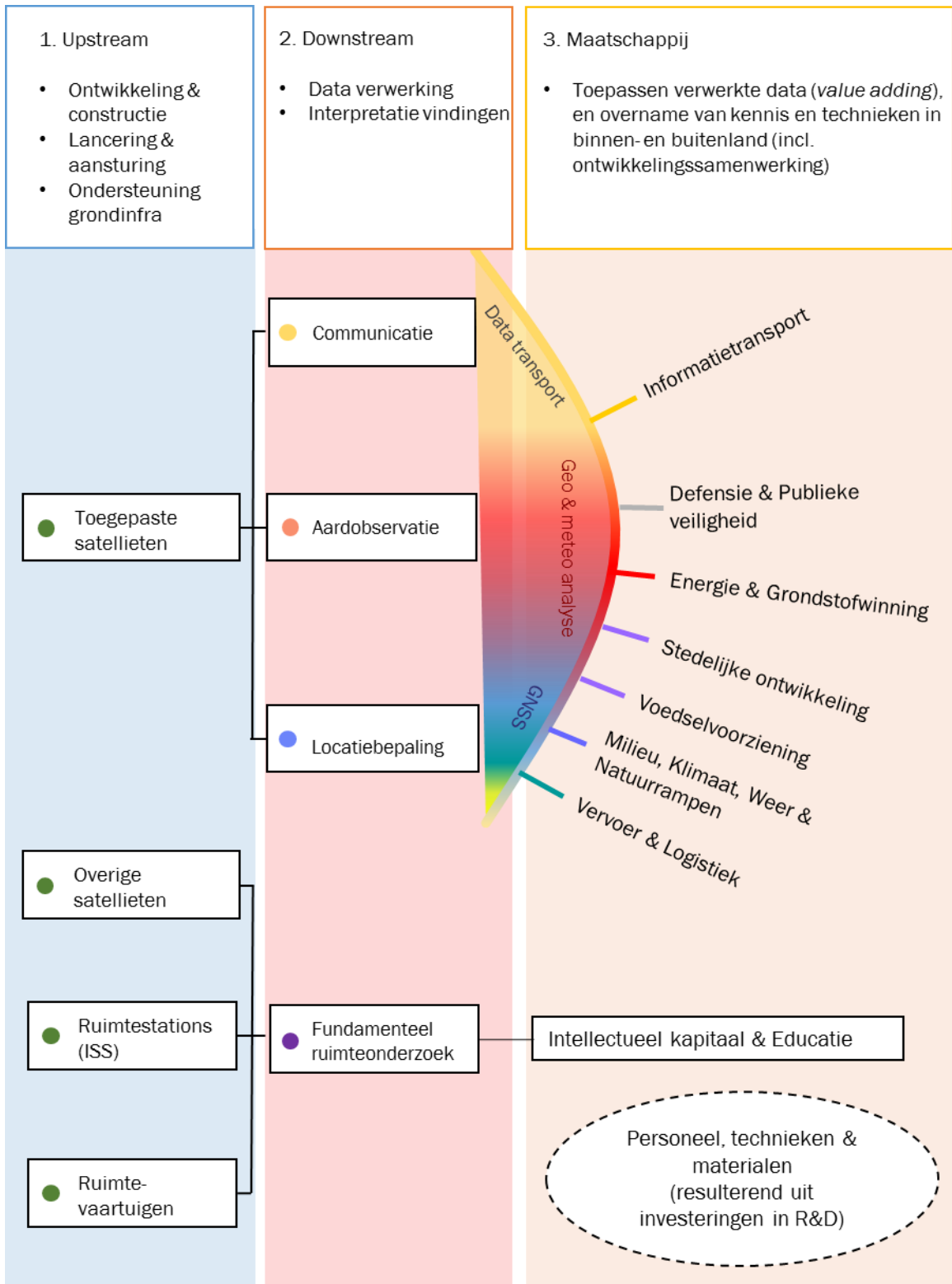
economisch belang van de ruimtevaartsector te onderzoeken is het daarom allereerst van belang om een goede definitie te hebben van de sector. In dit onderzoek hebben we een relatief smalle definitie van de ruimtevaartsector gehanteerd, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen upstream en downstream bedrijven.

De *upstream*-bedrijven houden zich bezig met de ontwikkeling, productie, lancering en beheer van ruimtevaartuigen, ruimtestations en satellieten. Simpel gezegd zorgen deze bedrijven 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.

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, 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.

(2009). Relationship of the UK Space Industry Upstream and Downstream Sectors. A Report for the UK Space Innovation and Growth Team. November 2009.



Figuur 4.1. Ruimtevaart industrie en maatschappelijke doorwerking baten

Vergeleken met enkele studies die in de vorige paragraaf zijn gepresenteerd, is dit dus een smalle definitie¹¹³. Bedrijven die satellietcommunicatie- en satellietnavigatiediensten en -producten aan bedrijven en consumenten leveren rekenen we niet tot de ruimtevaartsector. Uit de geciteerde studies blijkt dat het bij deze activiteiten om zeer grote omzetten gaat. Onze definitie sluit goed aan bij de definitie zoals gehanteerd door Technopolis (zie box)

Technopolis (2012), Design of a Methodology to Evaluate the Direct and Indirect Economic and Social Benefits of Public Investments in Space

Overall, the downstream sector should only comprise enterprises that make use of information from upstream satellite technology by directly receiving and adding value to it. The outer boundary of the downstream sector is notoriously rather fuzzy. 'Grey' areas include, for example, mobile devices that incorporate applications dependent on data provided by satellites but which are not entirely dependent on satellite-derived data. Providers of such devices are best considered as users of space-sector outputs rather than as themselves part of the space sector.

Organisaties ruimtevaart in Nederland

In samenwerking met NSO is een lijst samengesteld van 135 organisaties die in meer of mindere mate betrokken zijn bij de ruimtevaart in Nederland. Deze bedrijven zijn benaderd om mee te werken aan een enquête die ten grondslag ligt aan verschillende analyses in dit rapport, waaronder de economische foto van de sector. ESTEC is apart (niet via de enquête) benaderd en wordt ook apart behandeld in dit rapport.

Van de 135 benaderde organisaties zijn 60 organisaties aan de vragenlijst begonnen. Hiervan hebben er 35 de vragenlijst voor het grootste deel voltooid en bruikbare informatie geleverd: van de 25 die de vragenlijst niet voltooid hebben, vielen er 10 af omdat ze niet binnen de definitie van deze studie vielen. In totaal zijn 48 van de 135 bedrijven buiten de enquête gevallen omdat ze zich bezighielden met activiteiten buiten de ruimtevaartindustrie (voornamelijk gebruik van reeds bewerkte satellietdata). Van de overgebleven 87 organisaties hebben dus uiteindelijk 35 organisaties (40%) de vragenlijst geheel of gedeeltelijk ingevuld en bruikbare antwoorden opgeleverd voor de economische foto. Dat betekent dat 52 relevante organisaties geen gegevens hebben geleverd.

De gegevens zijn aangevuld met door Nevasco aangeleverde resultaten uit de EARSC-survey voor *Earth Observation* downstream bedrijven. Hiermee konden de gegevens van 22 van de 52 ontbrekende organisaties worden aangevuld. Van de resterende 30 organisaties is in samenwerking met NSO een inschatting gemaakt van het aantal ruimtevaart gerelateerde medewerkers. De impact per medewerker (per type organisatie) is vervolgens bepaald op basis van de 35 bedrijven die de survey wel hebben ingevuld en gecontroleerd aan de hand van CBS-data per sector. Via de EARSC survey zijn er ook Nederlandse bedrijven in beeld gebracht die niet waren meegenomen in de oorspronkelijke lijst van 135 organisaties. Dit leidt tot een totaal van 110 organisaties die in Nederland actief zijn in de ruimtevaart,

¹¹³ In sommige andere studies worden alle 'space enabled' toepassingen meegenomen in de definitie van de downstream-sector. Omdat daarbij erg onduidelijk wordt wat nog wel en niet onder 'space enabled' valt en toepassingen zeer wijdverspreid zijn (valt alle software die in enige mate van GPS, of aardobservatiegegevens gebruik maakt onder 'space enabled', of verliest de software dan alleen een deel van zijn functie?), is een smalle definitie gehanteerd waarin de directe afhankelijkheid van data uit de ruimte centraal staat. Dit probleem is ook geconstateerd in Technopolis (2012).

onderverdeeld in de onderstaande categorieën. Deze categorieën zijn gebruikt om kengetallen te herleiden voor de organisaties die de enquête niet hebben ingevuld.

Tabel 2. Bedrijven binnen ruimtevaart (2015) Beleidssuggesties

Sector	Categorie	Aantal	Omschrijving
Upstream	Hardware	29	Leveranciers van (onderdelen van) satellieten, sensoren, raketten en lanceerinstallaties en organisaties die zich bezighouden met het testen en opzetten hiervan.
	Software	3	Ontwikkelaars en leveranciers van de software voor de bovenstaande activiteiten
Downstream	Bewerking/analyse	39	Analyseren, verwerking, softwareontwikkeling van ruimtevaartdata.
	Hardware	10	Levering van (test)apparatuur om verwerking en analyse mogelijk te maken.
Oderwijs/Wetenschap		5	TU Delft en Enschede, WUR, NWO-instituten SRON/ASTRON
Overig		23	Onderzoeksinstituten (KNMI, NLR), consultancy, in ruimtevaart gespecialiseerde uitzendbureaus, brede R&D-bedrijven (zowel up- als downstream)
ESTEC		1	ESA-ESTEC
Totaal		110	Alle Upstream en Downstream gerelateerde bedrijven

De bovenstaande indeling van organisaties is niet honderd procent dekkend. Zo zijn er organisaties die in meerdere categorieën kunnen vallen, waarmee de indeling enigszins arbitrair is. Zo zouden TNO (nu upstream hardware) en KNMI en NLR (nu overig) ook deels onder de categorie wetenschap kunnen vallen. Organisaties zijn, voor zover zij de vragenlijst hebben ingevuld, ingedeeld in de categorie waarvan zij zelf hebben aangegeven dat dit het beste hun (hoofd)activiteit omschrijft.¹¹⁴ Voor een verdere toelichting op de gemaakte keuzes en gehanteerde methodiek en kengetallen verwijzen we naar bijlage 2.

Voor het grootste deel van deze organisaties geldt dat zij niet in Nederland zouden zitten, of zich in ieder geval niet met ruimtevaartactiviteiten bezig konden houden, als Nederland niet in de ruimtevaart en met name in ESA zou investeren. Voor ESTEC is dat overduidelijk, maar ook andere organisaties zijn voor een groot deel afhankelijk van geldstromen uit internationale onderzoeksprojecten van ESA en de EU. Uiteraard zijn er ook commerciële geldstromen, maar aangezien bijna ieder bedrijf mede afhankelijk is van geldstromen vanuit ESA, zouden zij altijd in landen gevestigd zijn waar zij ook deze geldstromen zouden kunnen ontvangen (en dat kan alleen indien het land een bijdrage aan ESA wordt levert). Het Nederlandse ruimtevaartcluster zou dus niet hebben bestaan zonder investeringen in de ruimtevaart vanuit Nederland. Downstream bedrijven zijn minder direct afhankelijk van ESA als klant of dataleverancier, maar profiteren wel indirect van opleidingen en wetenschappelijk onderzoek op het gebied van ruimtevaart. De relatie met Nederlandse bijdragen aan ESA is voor dit deel van de sector minder direct te leggen.

¹¹⁴ Indeling in een andere categorie heeft impact op de kengetallen en daarmee de totaal berekende impact voor de ruimtevaartsector. We hebben dit getest door TNO, NLR en KNMI allen in de categorie wetenschap te plaatsen. Voor het totale plaatje van de ruimtevaartsector wat betreft de productiewaarde en toegevoegde waarde, maakte dit nog geen twee procent verschil.

3.3 Resultaten van de economische foto

In deze paragraaf wordt de economische bijdrage van de ruimtevaartsector bediscussieerd. De paragraaf vangt aan met een analyse van de directe economische impact, gevolgd door een analyse van de indirecte economische impact.

Directe impact van de ruimtevaartsector

De directe impact van de ruimtevaartsector bestaat uit de productiewaarde (omzetten), werkgelegenheid en toegevoegde waarde (BBP) bij de bedrijven die actief zijn in de ruimtevaartsector. Dit zijn de 110 organisaties zoals in paragraaf 0 beschreven. Voor de wijze waarop de impact is bepaald verwijzen we naar bijlage .

De definities laten zich als volgt omschrijven:

- Productiewaarde: is gelijk aan de omzet van de bedrijven in de ruimtevaartsector, of (indien een product alleen wordt doorverkocht en niet bewerkt) de brutomarge van doorverkochte producten¹¹⁵.
- Toegevoegde waarde: is gelijk aan de bruto loonkosten, 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 BBP¹¹⁶.

Werkgelegenheid: deze drukken we uit in arbeidsjaren, oftewel *full time equivalents* (FTE).

In Tabel 3 is de directe impact van de ruimtevaarsector weergegeven voor het jaar 2015. De totale productiewaarde (de omzet) van de bedrijven in de ruimtevaartsector bedraagt 633 miljoen euro. ESTEC is met een aandeel van bij elkaar opgeteld meer dan 50 procent verreweg de belangrijkste organisatie. De upstream hardware bedrijven realiseren bijna een derde van de productiewaarde. De wetenschap en overige (vooral onderzoeks-) organisaties hebben ieder een aandeel van ongeveer 5 procent van de productiewaarde. De downstream sector en ook de softwareontwikkeling voor de upstream sector, zijn in verhouding met de overige sectoren klein van omvang.

In termen van toegevoegde waarde en werkgelegenheid is het beeld hetzelfde, behalve dat het aandeel van de deelsector upstream - hardware lager ligt. Dit heeft te maken met de hogere inkoopkosten in vergelijking met de andere deelsectoren. Een groter deel van de omzet gaat naar de inkoop van materialen en ondersteunende dienstverlening (voor een deel ook ingekocht bij andere ruimtevaart bedrijven; denk aan ingenieursdiensten voor ontwerp en certificering van onderdelen). Ook is er sprake van een hogere mate van automatisering. Een kleiner deel van de productiewaarde gaat dus naar het personeel en gerealiseerde winsten. ESTEC heeft juist een relatief groot aandeel in de totale toegevoegde waarde van de ruimtevaartsector in vergelijking met het aandeel in de productiewaarde. Dat heeft te maken met de relatief hoge loonkosten. De gehele ruimtevaartsector kent loonkosten die ongeveer 24 procent hoger liggen dan de Nederlandse gemiddelde

¹¹⁵ Alleen voor de handel, een sector waarin een product alleen wordt doorverkocht en niet wordt bewerkt of gebruikt om tot nieuwe producten of diensten te komen, geldt dat de productiewaarde gelijk is aan de 'brutomarge' op de verkochte waar (verkoop minus inkoopprijs van de verkochte goederen). Aangezien er geen handelsondernemingen in de Nederlandse ruimtevaartsector zitten, is dat voor de onderzochte bedrijven niet van toepassing.

¹¹⁶ Het BBP in basisprijzen, in geval van het BBP in marktprijzen dienen er aanvullende correcties voor subsidies en belastingen te worden gemaakt.

loonkosten¹¹⁷. Dit heeft te maken met het gemiddeld hoge opleidingsniveau, en wordt mogelijk ook aangestuwd door grootschalig gebruik van uitzendkrachten en detachering. Bij ESTEC is dit, mede als gevolg van het grote aantal buitenlandse werknemers, nog hoger. In totaal is de ruimtevaartsector goed voor ruim 350 miljoen euro aan toegevoegde waarde en bijna 4.200 FTE aan werkgelegenheid.

De 35 organisaties die de enquête (grotendeels) hebben ingevuld zijn goed voor circa 60 procent van de productiewaarde, werkgelegenheid en toegevoegde waarde, indien ESTEC buiten beschouwing wordt gelaten. De resterende 74 organisaties die op basis van de EARSC enquête en afgeleide kengetallen van werknemers zijn bijgeschat, zijn samen goed voor de resterende 40 procent van de sector.

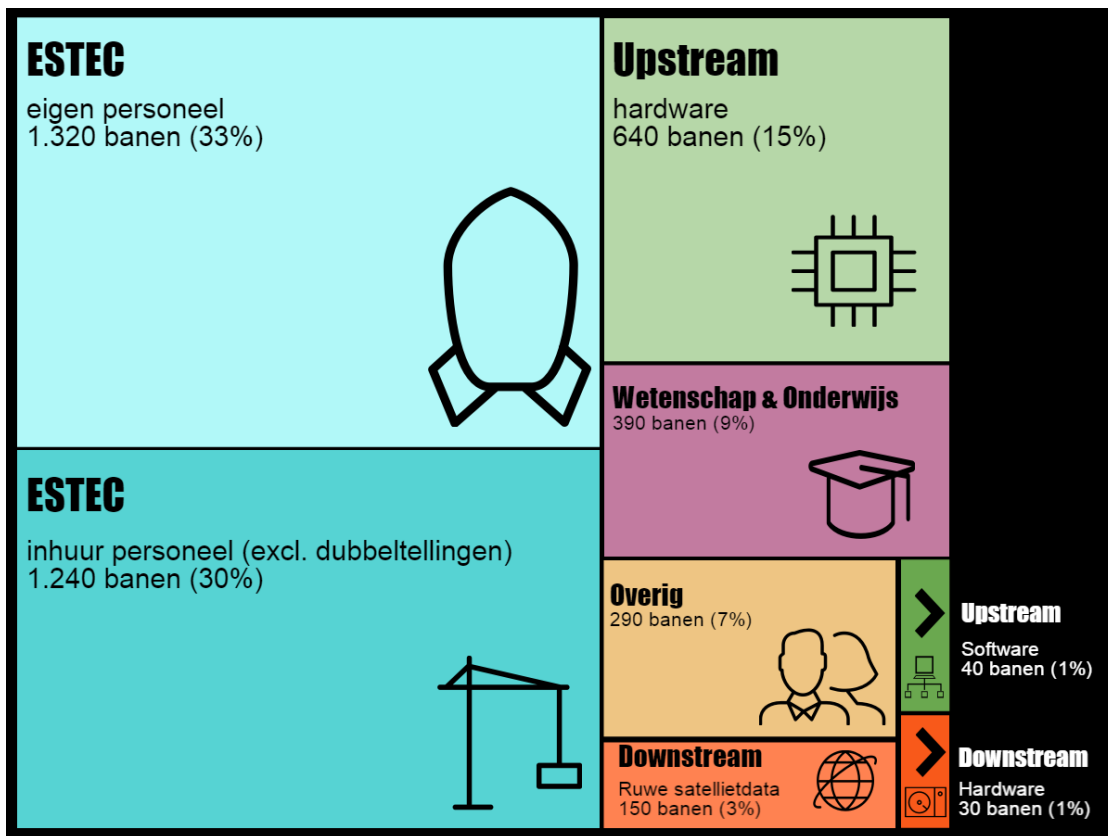
Tabel 3. Directe impact ruimtevaartbedrijven (2014)

	Productiewaarde (mln. €)	Toegevoegde waarde (mln. €)	Aantal FTE
Upstream - Hardware	202 (32%)	74 (21%)	640 (15%)
Upstream - Software	6 (1%)	4 (1%)	40 (1%)
Downstream - Ruwe satellietdata	12 (2%)	7 (2%)	150 (3%)
Downstream - Hardware	2 (0%)	2 (0%)	30 (1%)
Overig	34 (5%)	21 (6%)	290 (7%)
Wetenschap / onderwijs	45 (7%)	31 (9%)	390 (9%)
ESTEC (eigen personeel)	172 (27%)*	129 (37%)	1.390 (33%)
ESTEC (inhuur)	159 (25%)	84 (24%)	1.240 (30%)
Totaal	633 (100%)	352 (100%)	4.180 (100%)

*Schatting van de totale kosten van ESTEC minus de (geschatte) kosten van inhuur van personeel

De onderstaande figuur geeft de verdeling van de werkgelegenheid over de verschillende deelsectoren schematisch weer.

¹¹⁷ Gemiddeld zien we in de ruimtevaartsector loonkosten van werknemers (incl. pensioenen en sociale verzekeringspremies) van ruim 70 duizend euro, waar dit landelijk op circa 57 duizend euro ligt (bron: CBS).



Figuur 9. Verdeling werkgelegenheid Ruimtevaartsector per naar deelsector

Indirecte effecten van de ruimtevaartindustrie

Er zijn meer bedrijven die profiteren van de ruimtevaartsector dan alleen de sector zelf. De ruimtevaartbedrijven hebben toeleveranciers buiten de ruimtevaartsector¹¹⁸. In totaal geven de bedrijven in de ruimtevaartsector bijna 160 miljoen euro uit aan Nederlandse toeleveranciers buiten de eigen sector. Dit zijn bijvoorbeeld leveranciers van onderdelen, materialen, diensten (accountants, consultants, financiers), transporteurs, huisvesting, gas, water, licht, etc. Deze toeleveranciers hebben op hun beurt ook weer toeleveranciers. In deze keten zijn er dus meerdere bedrijven die hun omzet indirect te danken hebben aan de ruimtevaartsector, waarmee ook de werknemers en toegevoegde waarde indirect te relateren is aan deze sector. De uiteindelijke productiewaarde van al deze toeleveranciers in Nederland, bedraagt 253 miljoen euro.

Een belangrijke notie is dat dit een momentopname is: het is een foto van de bedrijven en werknemers die op dit moment hun omzet en banen indirect aan de ruimtevaart te danken hebben. Indien de ruimtevaartsector niet (meer) zou bestaan, zouden er op de lange termijn andere activiteiten voor in de plaats komen, die ook weer indirect omzet en werk opleveren voor toeleveranciers.

Opvallend bij de indirecte economische bijdrage is dat ESTEC verreweg de grootste *directe* economische impact heeft, maar dat de upstream – hardware deelsector een *indirecte* impact van bijna vergelijkbare omvang heeft. Doordat deze deelsector relatief veel inkoopt en

¹¹⁸ Voor bedrijven binnen de sector is een correctie gemaakt om dubbeltellingen te voorkomen.

doordat bovendien een aanzienlijk deel hiervan in Nederland neerslaat, profiteren andere Nederlandse bedrijven hier relatief sterk van.

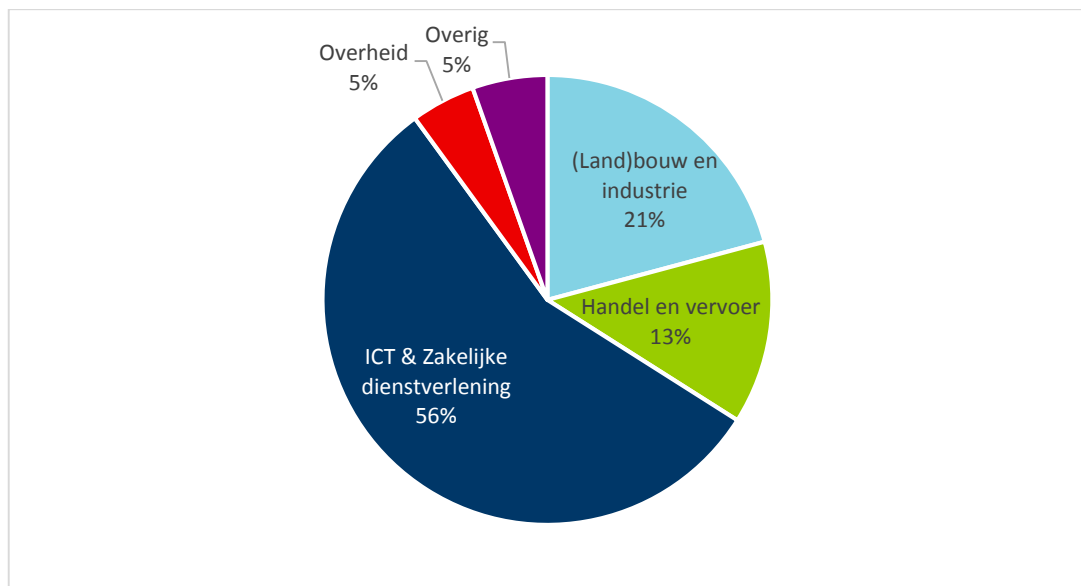
Tabel 4. Indirecte impact (2014)

	Productiewaarde (mln. €)	Toegevoegde waarde (mln. €)	Aantal FTE
Upstream - Hardware	103 (41%)	48 (38%)	600 (37%)
Upstream - Software	0,4 (0,2%)	0,2 (0,2%)	3 (0,2%)
Downstream - ruwe satellietdata	7 (3%)	3 (3%)	40 (2%)
Downstream - Hardware	1 (1%)	1 (1%)	10 (1%)
Overig	16 (6%)	9 (7%)	150 (9%)
Wetenschap / onderwijs	17 (7%)	9 (7%)	130 (8%)
ESTEC (eigen personeel)	48 (19%)	26 (21%)	300 (19%)
ESTEC (inhuur)	61 (24%)	30 (23%)	390 (24%)
Totaal	253 (100%)	127 (100%)	1.630 (100%)

Bron: input-outputmodel Decisio

Het is vooral de ICT en zakelijke dienstverlening die indirect profiteert van de ruimtevaartsector, gevolgd door de industrie en handel- en vervoerssector. Het onderstaande overzicht geeft de verdeling van de indirecte werkgelegenheid over de verschillende sectoren weer.

Figuur 10. Indirecte werkgelegenheid per sector (2014)



Bron: input-outputmodel Decisio

Effecten van bestedingen en bezoek van buitenlandse werknemers en zakelijk bezoek

De Ruimtevaartsector is een internationale sector. Het medewerkersbestand van ESTEC, als onderdeel van het Europese ESA, bestaat voor 95 procent uit buitenlands personeel. Bij de toeleveranciers van ESTEC betreft dit ruim 35 procent. Ook bij andere bedrijven in de sector zijn (zij het in veel in mindere mate) buitenlandse werknemers aanwezig.

In totaal worden er van de 4.180 banen in de ruimtevaartsector 1.960 ingevuld door buitenlandse werknemers. Dit zijn werknemers die zonder de ruimtevaartsector niet in Nederland gehuisvest zouden zijn. Deze werknemers besteden een groot deel van hun inkomen in Nederland¹¹⁹. Ruim 900 mensen hebben hun baan op dit moment indirect te danken aan de bestedingen van deze buitenlandse werknemers.

Tabel 5. Impact bestedingen buitenlandse werknemers (2014)

	ESA	Overig	Totaal
Aantal werknemers	1.770	190	1.960
Beloning buitenlandse werknemers (mln. €)	149	12	162
Waarvan bestedingen in Nederland (mln. €)	115	9	124
Toegevoegde waarde Nederland (direct + indirect: mln. €)	98	8	106
Banen Nederland (direct + indirect: FTE)	850	70	920

Met het privé bezoek dat de buitenlandse medewerkers ontvangen, vanuit familie- of vriendenkring, gaan bijna 38 duizend overnachtingen gepaard, waarbij de gemiddelde bestedingen in Nederland 127 euro per overnachting bedragen¹²⁰. De bestedingen van bezoekers komen terecht in de maatschappij. Bezoekers geven daarmee jaarlijks 4,8 miljoen euro uit in Nederland. Dit leidt tot een toegevoegde waarde van 3,1 miljoen euro (direct + indirect) en 48 FTE aan werkgelegenheid. De horeca is de belangrijkste sector die profiteert van deze bestedingen.

Tabel 6. Impact buitenlands bezoek medewerkers (2014)

		ESTEC (incl. inhuur)	Overig	Totaal
Buitenlandse medewerkers	Aantal	1.770	190	1.960
Bezoek van medewerkers	Overnachtingen	34.100	3.600	37.700
Impact bezoek (mln. euro/FTE)	Bestedingen	4,3	0,5	4,8
	Indirecte toegevoegde waarde	2,8	0,3	3,1
	Indirecte werkgelegenheid	44	5	48

Het internationale karakter van de sector is ook terug te zien in het aantal congresgangers en het zakelijk bezoek van over de grens. Het bezoek vanuit het buitenland aan de Nederlandse organisaties en ESTEC leidt tot een kleine dertigduizend zakelijke

¹¹⁹ We gaan ervan uit dat expats t.o.v. de Nederlandse bevolking 10 procent van hun inkomen extra in het buitenland besteden als gevolg van spaargeld dat mee teruggenomen wordt wanneer expats terugkeren naar het thuisland, een frequenter bezoek aan het buitenland (familie) en onderhoudskosten van familie in het buitenland. Per nationaliteit verschilt het bedrag overigens sterk (bron: Worldbank migration and remittances data 2013).

¹²⁰ Decisio (2013), Economisch belang intergouvernementele organisaties in Nederland

overnachtingen op jaarbasis, waarvan meer dan de helft te danken is aan ESTEC. Het bezoek aan de andere organisaties komt voor ongeveer 50% om een in Nederland georganiseerd congres te bezoeken, de andere helft komt om de organisatie zelf te bezoeken. De bestedingen van deze buitenlandse bezoekers bedragen circa 9,3 miljoen euro. Dit leidt tot een toegevoegde waarde van 6,7 miljoen euro en ongeveer honderd banen.

Tabel 7. Impact zakelijk & congresbezoek (2014)

	ESTEC	Overig	Totaal
Overnachtingen	17.000	12.700	29.700
Bestedingen (mln. €)	5,3	4,0	9,3
Indirecte toegevoegde waarde (mln. €)	3,8	2,8	6,7
Indirecte werkgelegenheid (FTE)	58	43	102

Totale directe en indirecte bijdrage van de ruimtevaartsector

De totale directe en indirecte toegevoegde waarde (of bijdrage aan het BBP) van de ruimtevaartsector in Nederland bedraagt 594 miljoen euro en genereert werkgelegenheid van bijna 7.000 FTE. ESTEC is met 62 procent van de directe en 44 procent van de indirecte werkgelegenheid verreweg de belangrijkste partij. In verhouding tot veel andere sectoren in Nederland is de indirecte toegevoegde waarde en werkgelegenheid via toeleveranciers relatief beperkt. Dit heeft te maken met het type bedrijfsactiviteiten dat wordt uitgevoerd in de sector: dit zijn veelal arbeidsintensieve onderzoeksactiviteiten. De uitgaven aan het eigen hoogopgeleide personeel zijn relatief hoog en er wordt relatief weinig ingekocht. Van de inkoop wordt bovendien een relatief groot aandeel gedaan bij bedrijven die al in de ruimtevaartsector zitten en dus al zijn meegenomen als directe impact.

Tabel 8. Overzicht economische effecten ruimtevaart (2014)

	Productie (mln. €)	Toegevoegde waarde (mln. €)	Werkgelegenheid (FTE)
Direct	633	352	4.180
Indirect (toeleveranciers)	253	127	1.630
Indirect (buitenlandse werknemers en bezoek)	144	115	1.070
Totaal	1.030	594	6.880

Bijdrage van ESTEC aan de Nederlandse Economie

Uit de analyse is gebleken dat ESTEC de belangrijkste speler is in de Nederlandse ruimtevaartsector. Met bijna 1400 werknemers aan eigen personeel en nog eens bijna 1300 werknemers aan inhuur¹²¹ bepaalt ESTEC ruim 60 procent van de werkgelegenheid in de ruimtevaartsector in Nederland. Daarnaast is vast te stellen dat zonder Nederlandse investeringen ESTEC niet in Nederland gevestigd zou zijn. Dat zou nog niet betekenen dat 2.700 mensen werkloos zouden komen thuis te zitten. Wel zou het betekenen dat er bijna 1.800 internationale kenniswerkers niet in Nederland gevestigd zouden zijn en 900 werknemers ander (minder goed passend) werk zouden doen. De bijdrage van ESTEC reikt echter verder dan dit. Het imago van Nederland in de ruimtevaart en de kennis die wordt ontsloten via ESTEC en wordt opgebouwd bij Nederlandse bedrijven die voor ESTEC werken, zorgen ervoor dat het Nederlandse ruimtevaartcluster sterk profiteert van de aanwezigheid van ESTEC. Ook diverse bedrijven daarbuiten die gebruik maken van de technologische kennis die via ESTEC wordt ontsloten, bijvoorbeeld via het Business Incubation Centre (BIC), profiteren van de aanwezigheid van ESTEC.

De bovenstaande aspecten zijn niet goed in cijfers uit te drukken. De samengevatte economische foto van ESTEC, geven we in de onderstaande tabel weer. Daarbij tekenen we aan dat de uitgaven (vooral aan de inhuur van derden) een inschatting op basis van sectorgemiddelden betreffen, aangezien deze informatie niet in een jaarverslag is terug te vinden en door ESTEC als vertrouwelijk wordt gezien. De aantallen medewerkers zijn wel de exacte aantallen zoals ESTEC deze heeft aangeleverd, gecorrigeerd voor werknemers die al in de enquête waren meegenomen bij een Nederlands ruimtevaartbedrijf.

	ESTEC	Inhuur ESTEC	Indirect (inkoop)	Indirect (buitenlandse werknemers en bezoekers)	Totaal
Werknemers	1392	1240*	690	1020	4342
Waarvan expats	1322	447	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	1769
Productiewaarde	172	159	108	125	564
Toegevoegde waarde	129	84	56	104	373

* Na correctie 37 medewerkers die bij andere bedrijven al via de enquête waren meegenomen

Overige economische bijdragen van de ruimtevaartsector

In de gepresenteerde cijfers is een aantal economische baten niet meegenomen, die voor een deel al eerder aan bod zijn gekomen. Deze sommen we hieronder nog eens puntsgewijs op:

- Economisch belang van bedrijven die ruimtevaarttechnologie gebruiken in hun producten. We hebben in dit onderzoek een relatief smalle definitie van ruimtevaart gebruikt. Als je sectoren als satellietnavigatie en –communicatie in de berekeningen zou opnemen, zou het economisch belang veel groter zijn. Hiervoor is echter niet gekozen omdat dergelijke bedrijven niet afhankelijk zijn van de Europese satellieten, maar ook

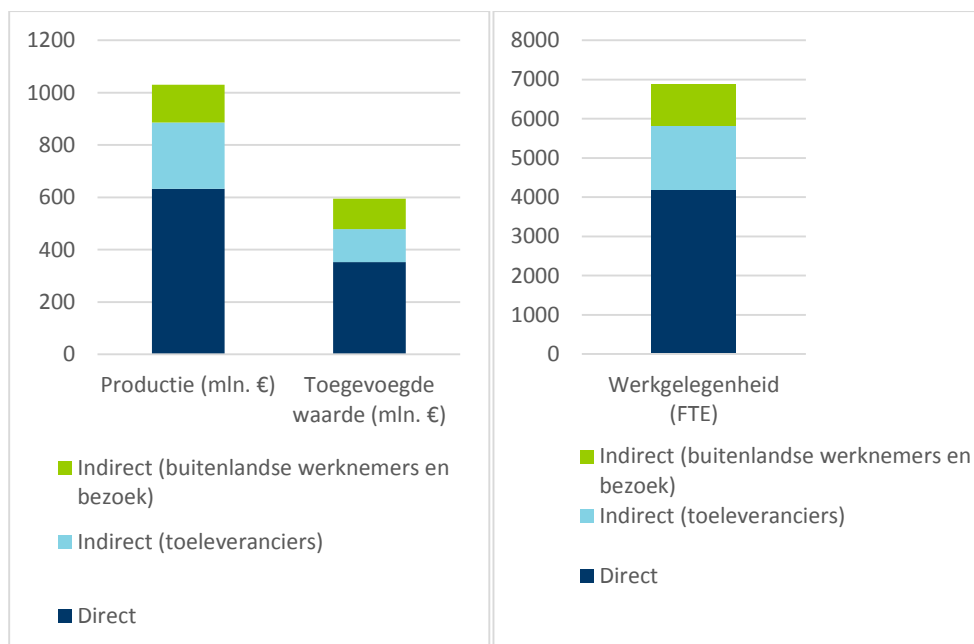
¹²¹ Ongeveer 40 FTE hiervan betreft inhuur die al meegenomen was bij de andere ruimtevaartbedrijven via de enquête. Daarvoor is in de tabellen in dit rapport gecorrigeerd. Ze zijn buiten de ESTEC cijfers gehouden.

andere satellieten (kunnen) gebruiken. Daarnaast is in dat geval de grens moeilijker te leggen tussen bedrijven die nog wel of juist niet meer tot de sector behoren.

- Kruisbestuiving met andere sectoren. Andere economische sectoren in Nederland profiteren ook van kennis die in de ruimtevaart wordt ontwikkeld. Denk aan ASML, robotica, de zorgsector en zonne-energie sector om een paar voorbeelden te noemen. De omvang van dit belang is niet onderzocht.
- In Nederlandse ruimtevaartbedrijven zijn kenniswerkers actief in nationale en internationale kennisnetwerken en dragen zo bij aan kennisverspreiding. Ook blijkt dat deze kenniswerkers, na actief te zijn geweest in de ruimtevaart, vaak ook van toegevoegde waarde kunnen zijn in andere sectoren¹²² omdat ze vaardigheden hebben ontwikkeld die breed toepasbaar zijn. Denk daarbij aan het omgaan met big-data, het ontwikkelen van zeer duurzame producten die tegen de meest extreme omstandigheden bestand moeten zijn en moeten doen waarvoor ze gemaakt zijn (een tweede satelliet de lucht in schieten is niet zomaar een optie), waarmee zeer gestructureerd moet worden gewerkt.

3.4 Conclusie

De Nederlandse ruimtevaart is goed voor een kleine 7000 fte aan werkgelegenheid en een bijdrage van 0,6 mrd. euro aan het BBP inclusief de indirecte bijdragen. De directe bijdrage in termen van bijdrage aan het BBP, is iets groter dan bijvoorbeeld de visserijsector, maar kleiner dan de vrijwel alle overige Nederlandse sectoren¹²³. Hoewel de totale bijdrage aan het BBP een beperkt aandeel betreft, is het economische belang veel breder dan dat. Onder andere vanwege kruisbestuiving met andere sectoren (in deze studie is een enge definitie gehanteerd), het hoge wetenschappelijke karakter van de ruimtevaartactiviteiten en spin-off en imago effecten.



Figuur 11. Overzicht directe en indirecte bijdrage van de ruimtevaartsector (2014)

¹²² In de interviews en werksessies zijn onder andere projectmanagement, belastingdienst en het leger genoemd.

¹²³ Conform CBS, naar SBI-indeling op 2-digit niveau (76 sectoren).

Zonder Nederlandse bijdrage aan ESA, zou een groot deel van de ruimtevaartsector in Nederland niet bestaan. Zoals we hoofdstuk 1 hebben uitgelegd, betekent dat niet dat alle werknemers in de ruimtevaartsector dan werkloos zouden zijn of geen toegevoegde waarde meer zouden produceren. Zij zouden zich elders (mogelijk iets minder) productief inzetten. Het effect van de overheidsinvesteringen in de ruimtevaart op de totale werkgelegenheid en toegevoegde waarde in Nederland, is dus kleiner dan het effect op de werkgelegenheid en toegevoegde waarde in de ruimtevaartsector zoals in deze economische foto weergegeven.

4 Wetenschappelijke baten, politiek-strategische baten en baten uit ruimtevaarttoepassingen

In het vorige hoofdstuk is een beeld gegeven van het economisch belang van de ruimtevaartindustrie, in termen van toegevoegde waarde en werkgelegenheid. Daarbij is ook aangegeven dat het economisch belang breder is dan uit deze enge benadering blijkt. Ten eerste zijn er omvangrijke economische activiteiten waarbij gebruik wordt gemaakt van satellietdata (zoals navigatie en communicatie) die in dit onderzoek niet tot de ruimtevaart zijn gerekend. Daarnaast zijn er spin-offs naar andere sectoren waar vindingen, instrumenten en materialen uit de ruimtevaart succesvol worden ingezet. Ook zijn er politiek-strategische baten van ruimtevaart. Als laatste profiteert Nederland van wetenschappelijke baten uit de ruimtevaart.

In dit hoofdstuk analyseren we deze overige maatschappelijke baten. Uiteindelijk gaat het daarbij om de vraag 'welke baat heeft de Nederlandse burger bij ruimtevaart?'

Daarbij maken we onderscheid tussen de wetenschappelijke baten van ruimtevaart, politiek-strategische baten uit de ruimtevaart en de maatschappelijke baten uit ruimtevaarttoepassingen. De belangrijkste wetenschappelijke baten zijn de internationale toppositie die Nederland heeft in een aantal disciplines, de toegang die de investeringen in deelsectoren van de ruimtevaart Nederland opleveren in termen van toegang tot andere ruimtevaart en ruimtevaartgebaseerde deelsectoren en de bijdrage die investeringen in wetenschappelijk ruimtevaart onderzoek oplevert in termen van draagvlak voor investeringen in wetenschap en stimulering van beta-techniek in het bijzonder. De baten van wetenschappelijk ruimteonderzoek komen in paragraaf 4.1 van dit hoofdstuk aan bod evenals een korte toelichting op de internationale toppositie ervan. In paragraaf 4.2 bespreken we de politiek-strategische baten van de ruimtevaart, zoals het internationaal politiek aanzien dat investeringen in de ruimtevaart ons brengt.

Hierna komen de maatschappelijke baten van ruimtevaarttoepassingen aan bod. Een volledig overzicht hiervan geven is bijna ondoenlijk, gezien de veelheid aan toepassingen. Daarom is ervoor gekozen om een overzicht te geven van de verschillende toepassingsgebieden van ruimtevaart (zie paragraaf 4.2): op welke vlakken profiteren we in Nederland van ruimtevaart? Daarna worden de maatschappelijke baten van ruimtevaarttoepassingen middels een viertal casussen verder uitgewerkt. Samenvattingen daarvan zijn te vinden in paragraaf 4.4-4.7; de uitgewerkte case studies zijn weergegeven in Bijlage 4.

4.1 Wetenschappelijke baten ruimteonderzoek

Baten en legitimatie

Fundamenteel wetenschappelijk onderzoek genereert directe maatschappelijke effecten: de bevindingen uit onderzoek leiden via publicaties tot een vergroting van intellectueel kapitaal en sippelen door naar het onderwijs. Hiernaast is het fundamentele onderzoek de basis voor toepassingen in de toekomst. De satellietdiensten die tegenwoordig in gebruik zijn, worden mogelijk gemaakt door onderzoek naar satellieten dat in het verleden is uitgevoerd. Academisch ruimteonderzoek staat met andere woorden aan de basis van de ruimtevaart. De wetenschap vormt de kennisbasis voor de technologieontwikkeling en de data-

interpretatie die nodig is om ruimtevaartactiviteiten te ontplooiën. Enerzijds maakt dat onderzoek tot een basisvereiste om in een later stadium tot nieuwe maatschappelijke toepassingen te komen. Anderzijds is Nederland door ruimteonderzoek in staat om nieuwe, fundamentele kennis te vergaren die niet op andere wijze is te verkrijgen, zoals binnen de astronomie en ruimte-exploratie.¹²⁴

Er zijn verschillende redenen voor een overheid om (mede) te investeren in wetenschap en wetenschappelijk onderzoek uiteenlopend van pure nieuwsgierigheid tot het leggen van een basis voor industriële en maatschappelijke toepassingen en internationale reputatie. De ruimtevaart is bij uitstek een voorbeeld van een science-based industry. Basis voor veel ruimtevaart gebaseerde bedrijvigheid en maatschappelijke toepassingen zijn risicovolle publieke investeringen in wetenschap en innovatie die hieraan vooraf zijn gegaan (zowel in infrastructuur als toepassingen). Dit betekent dat veel van de baten van investeringen in wetenschapsgebieden die van belang zijn voor de ruimtevaart zich manifesteren in eerdergenoemde economische baten, maatschappelijke baten van ruimtevaarttoepassingen en politiek-strategische baten. Niettemin zijn er ook wetenschappelijke baten te noemen die los daarvan een belangrijke bate in zichzelf vertegenwoordigen, zoals:

- Internationale wetenschappelijke reputatie. Nederland heeft een erkende internationale toppositie op enkele aan de ruimtevaart ten grondslag liggende wetenschapsgebieden. Dit draagt bij aan de wetenschappelijke reputatie van Nederland, zowel in de ruimtevaart gerelateerde disciplines, alsook ruimer aan de reputatie van Nederland als kennisland (zie verder (sub-)paragrafen 2.4 en 0).
- Entry ticket. De eigen investeringen van Nederland in ruimtevaart gerelateerde wetenschappelijke kennis (althans niches daarbinnen) geeft Nederland toegang tot ruimtevaart gerelateerde kennis in andere niches waarin Nederland minder prominent aanwezig is, en mogelijk ook andere vormen van big science. Dit werkt via het reputatiemechanisme: Nederland doet bijvoorbeeld "haar plicht" als het gaat om ruimteonderzoek in het domein luchtverontreiniging/klimaat waarin het al decennia lang investeert en heeft op basis van die inspanning de positie om te mogen profiteren van kennis/toepassingen in andere domeinen waarin ruimtevaartkennis een belangrijke rol speelt. Door te laten zien als land dat je op een deelgebied bereid bent consequent te investeren, daar een wetenschappelijke positie opbouwt, ben je als land ook voldoende geloofwaardig om toegang te krijgen tot de state of the art kennis in andere wetenschappelijke deelgebieden.
- Maatschappelijk draagvlak voor investeringen in wetenschap en stimulering van beta-techniek. Ruimtevaart spreekt tot de verbeelding (denk aan de aandacht die Andre Kuipers weet te genereren of een Rosetta missie) en kan daarom een grote rol spelen bij wetenschapsvoorlichting c.q. het bevorderen dat studenten kiezen voor beta- en techniekstudies.

Voorwaarde voor publieke kennisinvesteringen is dat de private sector dergelijke investeringen niet in dezelfde mate op zich kan of wil nemen. Argumenten voor publieke investeringen in meer fundamenteel, strategisch funderend en zelfs toegepast onderzoek zijn te ontleen aan het marktperspectief (bestaan van marktfalen¹²⁵) en het systeem-

¹²⁴ Zie bijvoorbeeld: OCW (2015). Wetenschapsvisie 2025.

¹²⁵ Hierbij moet gedacht worden aan de publiek goed karakter van kennis, aan spillover effecten die private partijen weerhoudt te investeren in kennis, bestaan van hoge toetredings- en uittredingsbarrières (marktmacht) en coördinatiefalen.

perspectief (bestaan van systeemfalen¹²⁶). Daarnaast zijn er verschillende politieke argumenten om als overheid te willen investeren in publieke kennis.¹²⁷ Bij dit laatste kan gedacht worden aan argumenten als het bewaken van vrij onderzoek, het versterken van de internationale reputatie als wetenschappelijke koploper op deelgebieden (wat bijvoorbeeld ook ten goede kan komen aan het overall vestigingsklimaat), de strategische keuze om kennis op te bouwen in eigen land (bijvoorbeeld de keuze in Europa voor het zelfstandig toegang hebben tot de ruimte). Meer strategisch/toegepast onderzoek kan daarnaast bijdragen aan het uitvoeren van beleidsondersteunend onderzoek en wettelijke onderzoekstaken, zoals bijvoorbeeld de monitoring van luchtverontreiniging. Ook vinden we een indirect effect van het ruimteonderzoek in het stimuleren van *bèta*-techniek. Ruimtevaart (en boegbeelden als Wubbo Ockels en André Kuipers) spreekt bij veel jonge mensen tot de verbeelding. Ruimtevaart kan daarom een grote rol spelen bij wetenschapsvoorlichting en bij de keuze van studenten voor *bèta* en techniekstudies.

In veel domeinen blijkt dat overheidsinvesteringen een essentiële rol spelen bij het tot stand komen van tal van toepassingen, die soms geclaimd worden door de private sector. In *The Entrepreneurial State* beschrijft Mariana Mazzucato aan de hand van een reeks casestudies dat vele innovaties met een belangrijke maatschappelijke impact niet tot stand zouden zijn gekomen zonder een omvangrijke rol voor de overheid.¹²⁸ Mazzucato beschrijft dat bedrijven in het verleden weliswaar zeer succesvol zijn geweest in het toepassen en vermarkten van nieuwe technologie in commercieel levensvatbare producten. Maar dat door het risicovolle en lange-termijnkarakter van fundamentele wetenschap bedrijven niet in staat zijn om ook het onderzoek op zich te nemen dat ten grondslag ligt aan hun innovaties. Ook ruimtevaart is een domein waarvoor volgehouden overheidsinvesteringen in wetenschappelijk kennis noodzakelijk zijn, voordat er mogelijkheden ontstaan om commerciële markten tot bloei te laten komen (wat nu volop gebeurt, niet alleen in downstream, maar ook upstream getuige de opkomst van private concurrenten als SpaceX en Blue Origin) en maatschappelijk gebruik van ruimtevaart-gebaseerde kennis mogelijk te maken. In de volgende sub-paragraaf presenteren we een beperkte bibliometrische analyse waaruit de wetenschappelijke topositie van het Nederlandse ruimteonderzoek naar voren komt.

De internationale positie van het Nederlandse ruimteonderzoek

Met behulp van bibliometrische gegevens hebben we onderzocht in hoeverre Nederland inderdaad een (vaak beschreven, zie paragraaf 2.4) topositie heeft in enkele disciplines binnen het wetenschappelijke ruimteonderzoek. Hierbij kijken we in de eerste plaats naar het aantal publicaties per instituut, en het gemiddeld aantal citaties per publicatie per instituut (zie Figuur 12).¹²⁹ Hiermee gebruiken we een maatstaf voor de productiviteit van een instituut (aantal publicaties), als ook een maatstaf voor de internationale positie voor een instituut (aantal citaties per publicatie). In de figuur wordt het aantal publicaties opgenomen als 'kwantiteit' (blauw). Hierbij gaat het om het totale aantal wetenschappelijke

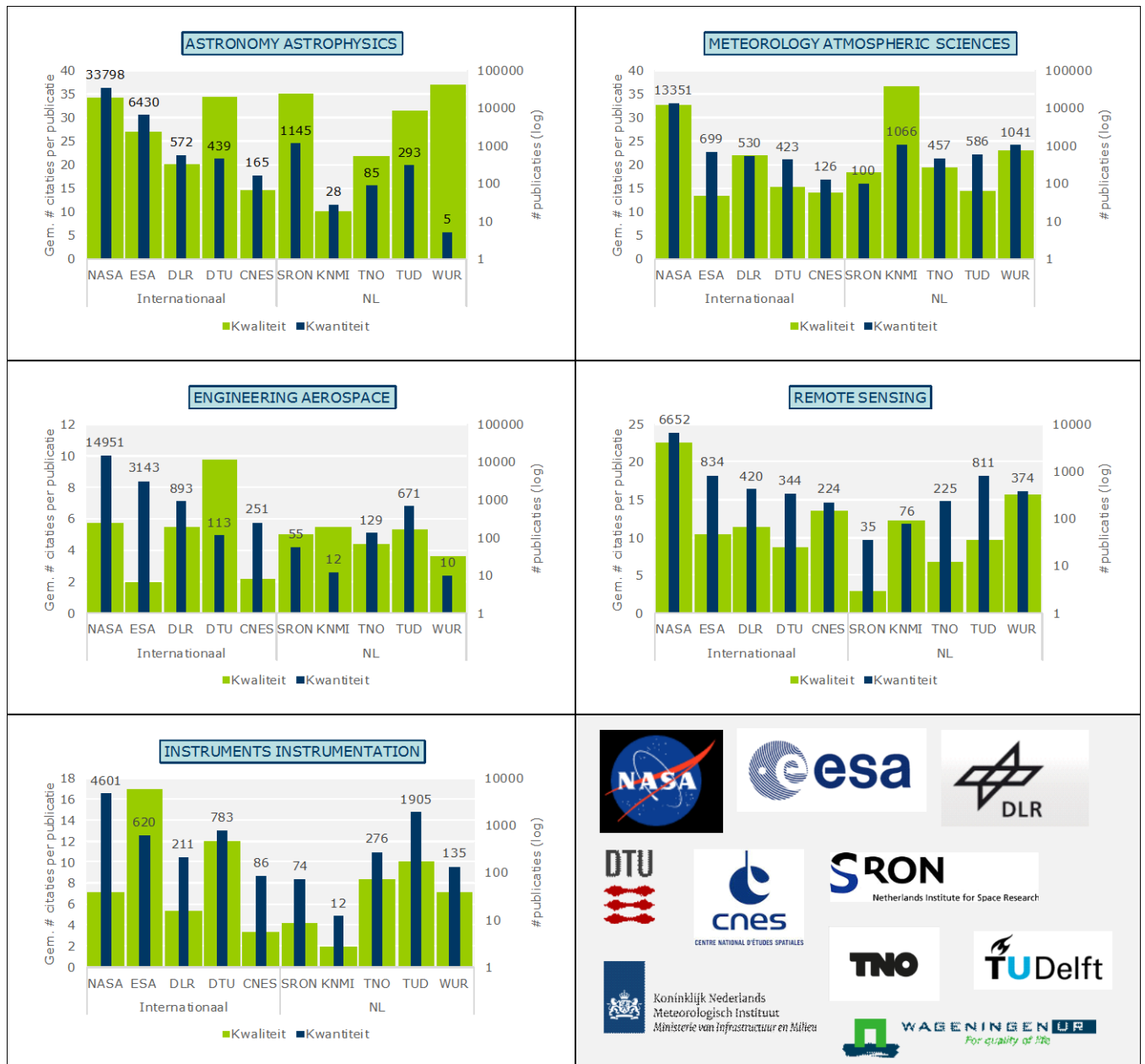
¹²⁶ Hierbij kan gedacht worden aan het stimuleren van verbindingen en strategische allianties of het laten aansluiten van onderzoek bij maatschappelijke doelstellingen.

¹²⁷ Voor een uitgebreidere legitimatie van de overheidsfinanciering van wetenschappelijk onderzoek in algemene zin, zie Dialogic (2015), *Optimale omvang en inrichting kennisbasisfunctie agro-natuur*.

¹²⁸ Mazzucato, M. (2013). *The Entrepreneurial State: debunking public vs. private sector myths*, Anthem Press: London, UK

¹²⁹ We hebben de bibliometrische analyse uitgevoerd voor 5 prominente kennisinstututen van het Nederlandse ruimtevaartcluster en vergeleken met de enkele toonaangevende organisaties in de EU en uiteraard NASA.

publicaties sinds de oprichting van de instituten. Het gemiddelde aantal citaties per publicatie per instituut is in de figuur opgenomen als 'kwaliteit' (groen).¹³⁰



Figuur 12. Aantal publicaties en citaties van ruimtevaartinstituten in binnen- en buitenland op de thema's astronomy/astrophysics, meteorology/atmospheric sciences, engineering aerospace, remote sensing (oftewel aardobservatie) en instruments/instrumentation, sinds de oprichting van de instituten. Bron: Web of Science. Analyse: Dialogic.

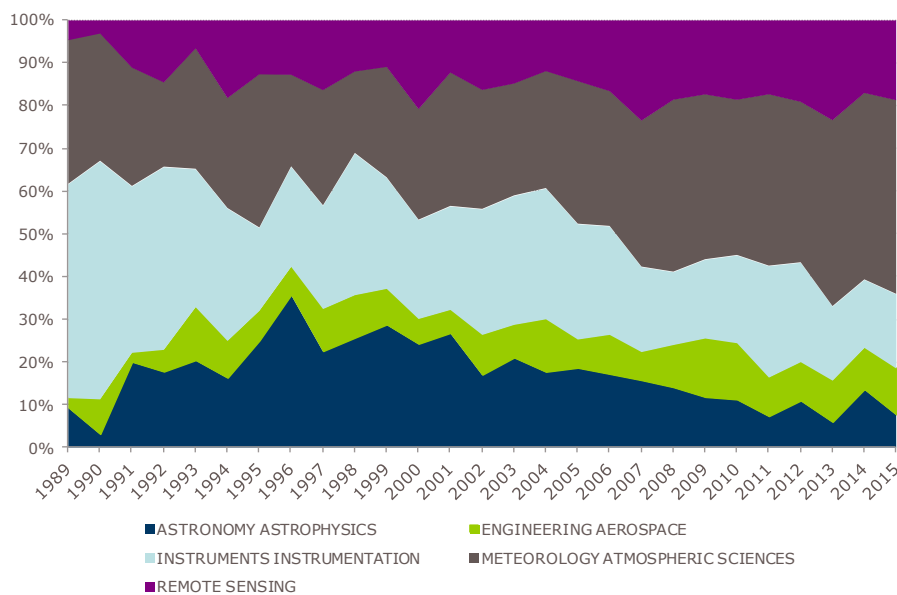
Op basis van bovenstaande figuur kunnen we het volgende concluderen. Ten eerste blijkt dat Nederland inderdaad tot de mondiale top behoort in elk van de vijf geselecteerde deelgebieden. Voor elke discipline geldt dat een Nederlands instituut ongeveer net zoveel

¹³⁰ De instituten zijn in verschillende periodes opgericht, waardoor oudere instituten enigszins positiever beschreven worden in de figuur. Toch levert dit geen ander beeld op dan als hiervoor wordt gecorrigeerd.

als of meer publiceert dan het meest productieve opgenomen Europese instituut. Daarbij is het belangrijk om te vermelden dat veel buitenlandse instituten, zoals DLR en CNES, vele malen groter zijn dan de Nederlandse instituten. Ook op het gemiddelde aantal citaties per publicatie scoort Nederland vergelijkbaar of beter dan de meeste internationale benchmarkinstituten. In alle gevallen geldt wel dat NASA boven alle (Europese en Nederlandse) instituten uitsteekt. Gezien het budget van NASA (€15,7 miljard in 2016¹³¹) is dat echter geen verrassing.

Ten tweede concluderen we dat, hoewel de meeste instituten in elk deelgebied actief zijn, de Nederlandse instituten toch elk een duidelijke expertise binnen één of enkele deelgebieden hebben. Kortom, we zien differentiatie tussen de verschillende instituten. Het KNMI scoort (niet verrassend) voornamelijk erg goed op meteorologie/atmospheric sciences. SRON heeft brede sterktes maar blinkt nationaal en internationaal uit op het gebied van astronomie. Ook de TU Delft is in alle domeinen actief, maar genereert de meeste publicaties en citaties in engineering en instrumentatie. De WUR is met name actief in remote sensing en atmospheric sciences. TNO is de enige organisatie zonder een duidelijk profiel (middenmoot in alle discipline's), maar dit zou verklaard kunnen worden doordat TNO naast onderzoek vooral ook veel ontwikkeling (binnen de upstream) uitvoert.

Tenslotte geven we in Figuur 13 weer welke van de geselecteerde thema's domineerden binnen de vijf Nederlandse instituten sinds 1989. In lijn met de aandachtspunten in het ruimtevaartbeleid zien we dat remote sensing en meteorologie/atmospheric sciences in 25 jaar tijd enigszins in aandacht gegroeid zijn. Toch blijven de activiteiten in remote sensing relatief beperkt, met ongeveer 15% van het totale aantal publicaties.



Figuur 13. Totale verdeling publicaties naar deelgebieden voor SRON, TNO, TU Delft, WUR en KNMI over de periode 1989-2015. Aangezien enkele universiteiten met hoofdzakelijk activiteiten in astronomie niet zijn opgenomen, is astronomie ondervertegenwoordigd in deze figuur. Bron: Web of Science.

¹³¹ <https://www.google.nl/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=dollar+euro>

4.2 Politiek-strategische baten van de ruimtevaart voor Nederland

In het Europese (Nederlandse) ruimtevaartbeleid worden het economische belang van de ruimtevaart, het belang van maatschappelijke toepassingen van de ruimtevaart en het belang van ruimteonderzoek aangehaald. Denk hierbij aan het stimuleren van de Europese ruimtevaartindustrie, de toepassing van ruimtevaart in grootschalige programma's met maatschappelijke nut, zoals Galileo (navigatie) en GMES (aardobservatie, nu Copernicus) en aan wetenschappelijke programma's binnen geselecteerde gebieden met Europese relevantie. Echter, ter legitimatie wordt ook vooral het *politiek-strategische belang* van de ruimtevaart voor Europa benadrukt. De politiek-strategische baten die reden kunnen zijn om in ruimtevaart te investeren zijn de volgende:

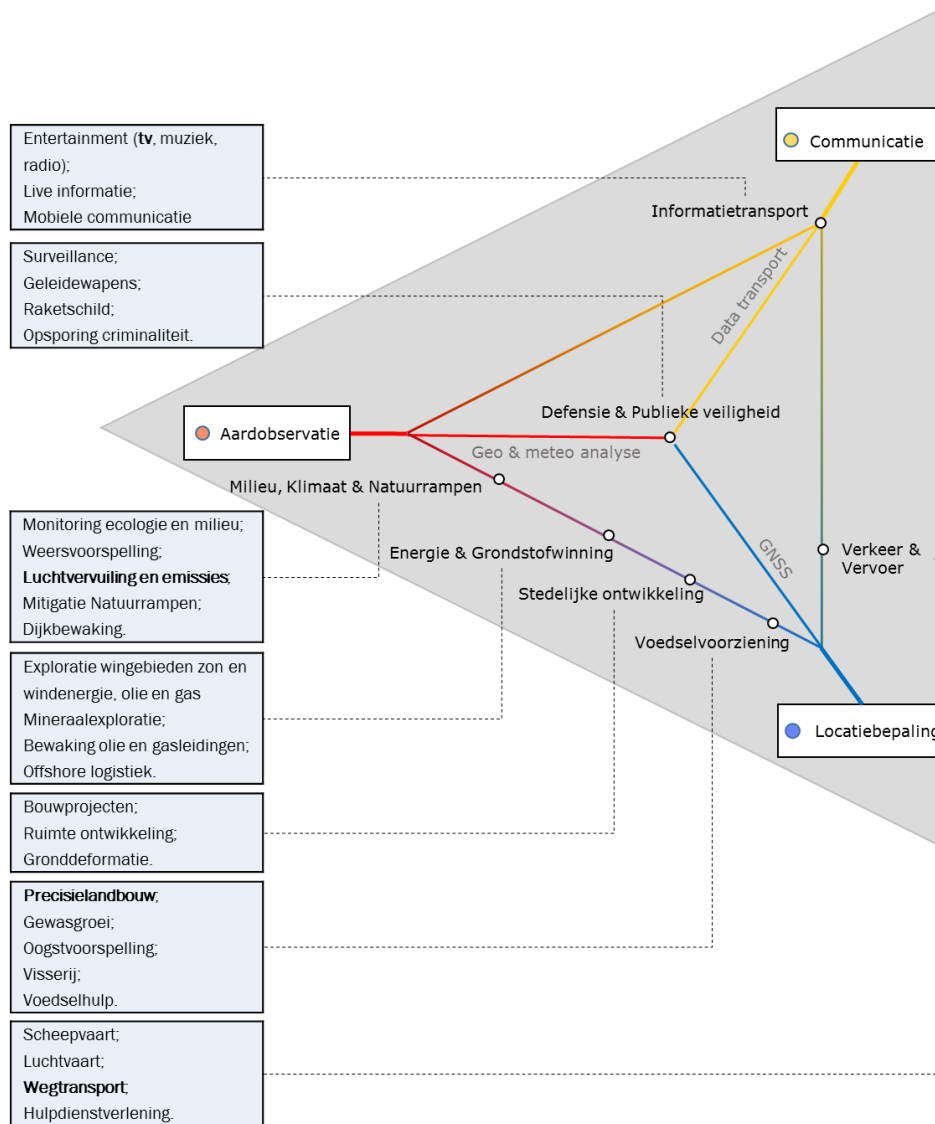
1. Zelfstandige Europese toegang tot de ruimte. Het Europese ruimtevaartbeleid is gericht op een aantal strategische doelstellingen die door Nederland zijn onderschreven. Eén daarvan is een zelfstandige Europese toegang tot de ruimte en ruimer het belang van de ruimtevaart voor de internationale positie van Europa. Met een Europees ruimtevaartprogramma heeft Europa (en daarmee Nederland) zelf toegang tot de ruimte en is Nederland daarvoor dus niet afhankelijk van bijvoorbeeld de VS of Rusland. Dit is in het bijzonder van belang vanuit het oogpunt van veiligheid en defensie, maar bijvoorbeeld ook essentieel bij controle op naleving van milieuakkoorden. Nederland als verantwoordelijk staat en *entry ticket* voor toegang tot internationale gremia. Door mee te investeren in de Europese ruimtevaart en zo bij te dragen aan de oplossing van allerlei maatschappelijke vraagstukken toont Nederland aan dat ze een "verantwoordelijk wereldburger" is. Ongeacht of Nederland ook zou profiteren van de ruimtevaart als het zelf niet had geïnvesteerd, is het de vraag of het fair is om als welvarend land wel de vruchten te plukken maar niet zelf te investeren in de ontwikkelingen die dit mogelijk maken. Is er een morele plicht om aan dergelijke big science onderzoeken, met grote risico's maar ook grote potentiële baten, bij te dragen en dus mee te investeren? Als Nederland zou afhaken (c.q. free rider gedrag zou vertonen) zou dit het internationale aanzien en daarmee ook het politiek-bestuurlijk gewicht aantasten, zowel binnen Europa als daarbuiten. Op basis van de investeringen die Nederland doet op specifieke deelgebieden heeft het met andere woorden een *entry ticket* om ook aan andere internationale (politieke en wetenschappelijke) discussies en besluitvorming deel te nemen.
2. Inzet van ruimtevaart ten behoeve van internationale reputatie en relaties. De investeringen in het Nederlandse ruimtevaartcluster in en rond ESTEC dragen bij aan het hoogtechnologisch en kennisintensieve karakter van de Nederlandse economie. Daarmee kan Nederland zich in internationaal verband beter positioneren als kenniseconomie. Economische reputatie, wetenschappelijke reputatie, reputatie in de toepassingen sfeer en politieke reputatie beïnvloeden en versterken elkaar en verschaffen Nederland een betere politieke entree in *allerhande* internationale gremia. Die betere politieke entree op basis van gerealiseerde reputatie is aan te merken als een belangrijke politieke baten van overheidsinvesteringen in ruimtevaart.

4.3 Maatschappelijke impactvelden ruimtevaarttoepassingen

In figuur 14 staat een overzicht van de mechanismen en impactvelden, aangevuld met voorbeelden van specifieke toepassingen (niet uitputtend, zie downstream roadmaps van NSO voor verdere toepassingen).¹³² Deze figuur is handzaam als overzicht bij de onderwerpen die we behandelen in dit hoofdstuk. In het bestek van dit onderzoek is het niet

¹³² Netherlands Space Office (NSO) – Downstream Roadmaps (2011)

mogelijk om alle maatschappelijke baten van ruimtevaart te bepalen. Aan de hand van de invloedvelden schetsen we de belangrijkste toepassingen van de ruimtevaart en wat de burgers van Nederland hier aan hebben. Op de vier dikgedrukte toepassingen (televisie, luchtvervuiling en emissies, wegtransport en precisielandbouw) zoomen we verder in. Van deze toepassingen hebben we in dit onderzoek geprobeerd de maatschappelijke baten te kwantificeren.



Figuur 14. Impactvelden satellietdiensten en voorbeelden van toepassingen

Informatietransport

In een verbonden wereld is snelle informatieverbreiding over grote afstanden cruciaal voor communicatie. Hierin vervullen satellieten al decennia een belangrijke rol. Satellieten maken snelle verzending van televisie, radio en internet mogelijk over lange afstanden. Oorspronkelijk diende satellietcommunicatie voornamelijk voor overdracht van stem/geluid; dit dienstenpakket had in 1995 nog een vier keer zo groot aandeel in de informatiestroom

dan video/data diensten. In de afgelopen twintig jaar is video en data toegenomen en neemt het meer dan 80 procent van de gebruikscapaciteit in.¹³³

Televisie via satelliet levert hoge kwaliteit van beeld en geluid af in vergelijking met alternatieven als Digitenne of de analoge kabel en heeft een groot zenderaanbod. Een bijkomende baat is dat satelliettelevisie vrijwel overal ter wereld beschikbaar is en de consument slechts beschikking hoeft te hebben over een schotel.

Ook is er minder opvallend gebruik van satellieten: live televisie. Voor nieuws en sportevenementen is het van belang dat het transport van de locatie van opname richting de studio snel (of vrijwel direct) plaatsvindt. Hiervoor worden dagelijks satellieten toegepast. Hierdoor heeft het journaal elke avond het nieuws van die dag paraat en kunnen voetbalwedstrijden live worden gevolgd vanuit de huiskamer. De maatschappelijke waarde van satelliettelevisie behandelen we later in dit hoofdstuk (case 4).

Defensie & Publieke veiligheid

De ingebruikname van de eerste satellieten stamt uit de wapen- en ruimtewedloop tussen de Verenigde Staten en Rusland ten tijde van de Koude Oorlog. De satelliet is ontwikkeld uit een behoefte naar betrouwbare plaatsbepaling en een snelle vorm van communicatie. De nauwe oorspronkelijke relatie tussen satellieten en defensie blijkt uit het gegeven dat locatiebepaling, communicatie en observatie allen initieel zijn ontwikkeld voor het leger, dan wel sterk leunen op militaire toepassingen.

De eerste satellieten dienden communicatiedoeleinden voor defensie. Contact over grote afstanden werd met deze kunstmanen aanzienlijk versneld. Na toevoeging van sensorische apparatuur vond verkenning en spionage eveneens plaats met behulp van satellieten.¹³⁴ Ook de Global Navigation Satellite Systems (GNSS), waaronder het Global Positioning System en de Russische tegenhanger GLONASS, zijn vanuit militaire motieven ontwikkeld. De eerste keer dat op grote schaal satelliet-gebonden locatiebepaling werd toegepast was in de eerste Golfoorlog in de jaren 90. Dit systeem leverde de Amerikaanse grondtroepen informatie over vijandelijke posities. Tegenwoordig zijn de applicaties zover geïntegreerd in defensiematerieel dat bijvoorbeeld ook raketten worden aangestuurd met GPS.²

Satellieten assisteren bij de realisatie van een vertrouwde leefomgeving door de publieke omgeving te scannen op mogelijke gevaren en risico's. Aardobservatie kan worden gebruikt bij de opsporing van criminaliteit, zoals bij detectie van illegale hennepkwekerijen via de warmtestraling die onbedoeld vrijkomt bij deze activiteit. Ook gebruikt de politie Limburg satellietbeelden om patronen van wietkweek op akkers en in natuurgebieden te herkennen.¹³⁵

¹³³ SatcomDirect (1998). The changing world of satellite communications.

¹³⁴ Morad Ouasti (2010). Remote Sensing and the Military.

¹³⁵ RTL Nieuws (2014). Drones en satellieten tegen wietteelt Limburg. Inzage: 22 februari, 2016.

Energie & Grondstofwinning

Terwijl Nederlanders elk jaar minder energie verbruiken, en deze afname de komende jaren naar verwachting nog versnelt, is tegelijkertijd een ontwikkeling naar hernieuwbare energie ingezet. Desalniettemin is een groot deel van de Nederlandse energie nog steeds afkomstig van de klassieke koolwaterstoffen; met name aardgas. Ook treft men in Nederland een aantal geologische lagen aan van waaruit de winning van grondstoffen mogelijk is. Satellieten kunnen van toepassing zijn bij al deze veranderingen in de energiesector.

Via aardobservatie kunnen locaties worden bestudeerd voor de plaatsing van zonnepanelen of (zee)windturbines; selectie vindt plaats op basis van respectievelijk de hoeveelheid zonlicht en geconcentreerde windkracht.¹³⁶

Ook bij de olie- en gaswinning spelen satellieten een belangrijke rol. Een combinatie van sensoren (o.a. radar en infraroodstraling) wordt toegepast om gas- en olievelden op te sporen en om het winningspotentieel in te schatten. Transport van olie- en gasproducten in pijpen wordt gemonitord door satellieten; zo worden lekkages vroegtijdig opgespoord. Specifieke toepassingen vinden plaats op offshore olieplatforms. Voor het werk op deze uitdagende locaties is accurate informatie van weersomstandigheden vereist. Zo worden weersatellieten gebruikt tijdens de bouw en om de logistiek van en naar olieplatforms in goede banen te leiden. Naast de verhoogde efficiëntie en toegenomen veiligheid bij de verkenning, ontginning en het transport is een bijkomend voordeel dat milieuschade kan worden beperkt. Voorbeelden van dit type toepassing worden onder het kopje Milieu & Klimaat behandeld.

Door het gebruik van multi- en hyperspectrale analyse kunnen satellieten de stralingsintensiteit van het aardoppervlakte vaststellen. Deze techniek wordt toegepast bij de exploratie van mineraalrijke aardlagen (ook bij oogstanalyse en milieumonitoring wordt deze techniek gebruikt).¹³⁷

Voedselvoorziening

Landbouw is een belangrijke sector voor de Nederlandse economie. Nederland is wereldwijd de op twee na grootste voedselexporteur; landbouwproducten zijn goed voor circa 16% van de totale Nederlandse exportwaarde, en voor een derde van het exportvolume.¹³⁸ In opdracht van NSO heeft de Taakgroep Toepassingen Satellietdata een overzicht gemaakt van de kansrijke groeimarkten voor satellietdata. In het resulterende rapport is de Nederlandse landbouw vastgesteld als een van de meest kansrijke markten.¹³⁹

Satellieten worden op bepaalde gebieden in de agro-foodsector veelvuldig gebruikt terwijl in andere gebieden een toename van sensorische toepassingen wordt verwacht. De analyse van landbouwopbrengsten (zogenoemde oogstinformatie), wordt al sinds de jaren '70 vanuit de ruimte uitgevoerd. Dit levert opbrengstschattingen op, die dienen voor beeldvorming en risicoanalyse voor overheden, ketenpartners en verzekeraars. De Taakgroep Toepassingen

¹³⁶ P.D. Alfredo, C.B. Hasager, M. Badger, et al. (2015) Remote Sensing for Wind Energy.

¹³⁷ Netherlands Space Office. Satelliettoepassingen, inzage: 29 januari, 2016
<http://www.spaceoffice.nl/nl/Satelliettoepassingen/Toepassingen/>

¹³⁸ CBS.nl (2014). Landbouwexport stijgt naar 78 miljard euro. Inzage: 13 januari, 2016.

¹³⁹ Taakgroep Toepassingen Satellietdata (2014). De Ruimte voor het gebruik. 'Meer waarde voor onze Aarde'.

Satellietdata verwacht dat het komende decennium de rol van de satelliet verder zal toenemen. Dit zal gepaard gaan met een daling van de kostprijs.¹⁴⁰

Hiernaast zijn twee opkomende markten te onderscheiden, in verschillende stadia van ontwikkeling. Een markt die momenteel versnelde groei doormaakt is de preciselandbouw; hierbij past de boer data van sensorische satellieten toe om efficiëntie (van zaaien en oogsten) te verhogen en zodoende meer rendement te genereren. De maatschappelijke waarde van deze ontwikkeling wordt later in dit hoofdstuk uitvoerig behandeld (case 1).

Naast landbouwtoepassingen worden satellieten ook gebruikt in de visserij en bij humanitaire operaties. Locaties met veel fytoplankton zijn vaak rijke visgronden; deze kunnen met satellieten worden gevonden door de groene kleur die ze afgeven.¹⁴¹ Voor het grootschalig in kaart brengen van vegetatie in ontwikkelingsgebieden komen satellieten ook van pas. Dit is in essentie een opschaling van de oogstanalyse. Op grote schaal worden gebieden bekeken om te analyseren op extreem weer (zoals droogte) en zo wordt ingeschat of tekorten aan voedsel zullen ontstaan. Deze informatie kan van belang zijn voor de distributie van voedsel in ontwikkelingslanden. In de Nederlandse maatschappij zal deze toepassing geen rol van belang spelen.

Stedelijke ontwikkeling

De toepassing van ruimtevaartdiensten is nog beperkt binnen het maatschappelijk veld van de stedelijke ontwikkeling. Wel wordt door de Taakgroep Toepassingen Satellietdata verwacht dat de invloed van satellieten in dit maatschappelijk veld sterk zal toenemen in het komende decennium.

Reeds wordt bij bouwprojecten geëxperimenteerd met het gebruik van satellietbeelden met hoge resolutie bij de planfase en het beheer van het bouwterrein. Ook produceren satellieten optische kaarten waarmee grote stedelijke gebieden gedetailleerd vastgelegd kunnen worden. Hiermee zijn (illegale) bouwontwikkelingen te detecteren. Satellietbeelden kunnen in de nabije toekomst gemakkelijker worden gekoppeld aan objecten op de grond doordat de ruimtelijke omgeving wordt gedigitaliseerd in een geo-basisregistratie door Rijk en gemeenten.¹⁴²

Deformatie van de bodem (bijvoorbeeld verzakking ten gevolge van bouwprojecten) kan ook worden gedetecteerd met satellieten. Dergelijke deformatie kan leiden tot schade aan gebouwen en infrastructuur en de relatief snelle detectie op basis van satellietgegevens kan dit voorkomen.¹⁴³

Milieu, Klimaat & Natuurrampen

De toename van de bevolking leidt ertoe dat menselijke activiteiten en ecologie/milieu met elkaar op gespannen voet staan. De gevolgen hiervan hebben effect over een relatief lange tijdsperiode en een groot gebied. Periodieke aardobservatie gecombineerd met locatiebepaling is een vernieuwend middel om dit in kaart te brengen. Het wordt bijvoorbeeld gebruikt om olieproductielocaties te monitoren en om het effect van fossiel energiegebruik

¹⁴⁰ Taakgroep Toepassingen Satellietdata (2014). De Ruimte voor het gebruik. 'Meer waarde voor onze Aarde'.

¹⁴¹ Secretariat of the Pacific Community (2011). A Beginner's Guide to Using Remote Sensing for Offshore Tuna Fishing

¹⁴² Taakgroep Toepassingen Satellietdata (2014). De Ruimte voor het gebruik. 'Meer waarde voor onze Aarde'.

¹⁴³ Netherlands Space Office. Satelliettoepassingen

op het milieu te meten.¹⁴⁴ ¹⁴⁵ Satellieten vervullen een rol bij de monitoring van flora & fauna en het klimaat en mitigatie van natuurrampen. Binnen Nederland vindt satellietgebruik momenteel voornamelijk plaats bij monitoring van luchtkwaliteit.

De bewegingen van fauna kunnen via locatiebepaling en aardobservatie in kaart worden gebracht. Er is bijvoorbeeld een test uitgevoerd waarbij vogels zijn uitgerust met GPS-rugzakjes om vogelaanvaringen in de luchtvaart te voorkomen en trekpatronen bloot te leggen. Ook kunnen algen worden opgespoord vanuit de lucht, wat het aanzienlijk eenvoudiger maakt om de kwaliteit van zwemwater te controleren.⁴

De impact van natuurrampen kan worden verkleind door mitigerende methoden te ontwikkelen. Waar het voorkomen van rampen vaak niet realistisch is, zijn er bij mitigatie goede stappen te zetten. Een belangrijk instrument hierbij zijn weersatellieten. Het dagelijkse weerbericht is een bekend voorbeeld van de functie van deze satellieten. Hierbij wordt gebruik gemaakt van satellietinformatie over temperatuur, vochtigheid en wind op verschillende hoogtes in de atmosfeer om een totaalbeeld af te leveren van de weercondities. Deze satellieten worden ook gebruikt voor het in kaart brengen van extreem weer en ecologische rampen, zoals respectievelijk cyclonen en bosbranden. Locatiebepaling is belangrijk bij rampen op het aardoppervlak. Denk aan het analyseren van grondverplaatsing in gebieden met seismische activiteit en vulkanen. In Nederland worden bodemdeformaties als gevolg van economische activiteit (bijvoorbeeld aardgaswinning) opgepikt door dergelijke satellieten.⁴ Een ander belangrijk thema voor Nederland is bescherming tegen water. Een systeem dat momenteel wordt ontworpen vergelijkt opeenvolgende radarbeelden om te zien of er na verloop van tijd deformatie optreedt in de dijken.

Ook bij het tegengaan van nadelige klimaateffecten vervullen satellieten een rol van belang; voornamelijk op het gebied van waarneming, monitoring en voorspelling. De applicaties bestaan voornamelijk uit het meten van luchtkwaliteit (verontreinigende stoffen, emissies en broeikasgassen in de atmosfeer), en waterkwaliteit (temperatuur en zoutgehalte van de oceanen). In case 2 wordt het gebruik van satellieten bij monitoring van luchtkwaliteit nader bekeken.

Voor analyse van het smeltproces van poolkappen en gletsjers wordt eveneens gemonitord vanuit de ruimte.⁴ Daarnaast wordt de zeespiegelstijging vanuit de ruimte nauwkeurig in beeld gebracht. Vanwege de gevoeligheid van het debat en de onzekerheid van geïdentificeerde verbanden worden hoge eisen gesteld aan de nauwkeurigheid van deze data. Ook opereren satellieten preventief: voor verkenning van olie en gasvelden zijn minder proefboringen nodig en het vroegtijdig opmerken van lekkages kan lokale milieurampen voorkomen/mitigeren.

Logistiek & Vervoer

Een gebied waar de satelliet een grote rol heeft ingenomen is logistiek en vervoer. De verbetering in locatiebepaling die satellieten hebben mogelijk gemaakt, blijkt van aanzienlijk belang voor alle transportmarkten. Een groot deel van het lucht, water en wegverkeer leunt voor de routekeuze op GPS-navigatie. Digitale routekaarten zijn volledig geïntegreerd in het autogebruik, en zijn zowel ingebouwd in de auto als nomadisch (bijvoorbeeld TomTom) en mobiel (Google Maps) beschikbaar. Routes worden eenvoudig ingesteld en kunnen, op basis

¹⁴⁴ Michael King (2011). The use of Satellite Remote Sensing for Offshore Environmental Benchmarking

¹⁴⁵ TNO. Earth observation for impact energy use. Inzage: 7 januari, 2016.
<https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/industrie/space-scientific-instrumentation/aardobservatie/energeo-earth-observation-for-impact-energy-use/>

van GPS-data, onderweg worden aangepast. Ook worden de meest efficiënte routes bepaald voor bedrijfsvoertuigen en hebben wegbeheerders door GPS signalen van automobilisten zicht op verkeersstromen. In case 3 wordt ingegaan op de maatschappelijke effecten van GPS navigatie bij het wegvervoer.

Navigatie wordt ook in sommige tolpassen gebruikt; er wordt automatisch betaald als een voertuig een tolpoortje passeert. Daarnaast kan locatiebepaling worden gebruikt in veiligheidssystemen: het kan in auto's worden toegepast om gevaarlijke situaties in het verkeer te herkennen, waarna een (automatische) correctie kan worden uitgevoerd.¹⁴⁶ In de toekomst zullen deze systemen steeds meer worden gebruikt en geavanceerder worden. Denk bijvoorbeeld aan de ontwikkeling van de zelfrijdende auto.

Waar in het wegverkeer voornamelijk consumentgerichte applicaties bestaan is de GPS-sector in de scheep- en luchtvaart uitgegroeid tot een gekoppeld systeem met centrale controlecentra. Zo worden routes op elkaar aangepast en ongelukken voorkomen. Bovendien wordt de capaciteit op vlieg en vaarroutes vergroot door de efficiëntie die locatiebepaling mogelijk maakt.¹⁴⁷

Een ontwikkeling binnen de logistiek met minder bekendheid is het gebruik van aardobservatie. Vaarroutes op zee worden nauwkeurig in kaart gebracht door de NO₂ uitstoot van schepen te meten.

Meteorologie

De op dit moment meest gebruikte en 'ingeburgerde' toepassing van aardobservatiedata is de monitoring en voorspelling van het weer. Weermodellen combineren satellietdata en aardse databronnen om temperatuur, bewolking en neerslag in kaart te brengen en voor de korte termijn te voorspellen. Weersatellieten worden al sinds 1960 ingezet. Satellietwaarnemingen hebben een belangrijke impact op deze modellen: EUMETSAT heeft bevestigd dat satellietdata verantwoordelijk is voor 64% van de daling in foute weersvoorspellingen dat met behulp van weermodellen¹⁴⁸ wordt bewerkstelligd door het Met Office, het Britse weerinstituut.¹⁴⁹ Het ligt voor de hand dat satellietdata bij het KNMI tot een vergelijkbaar cijfer zou komen.

Bekende voorbeelden van weersvoorspellingen bij het brede publiek zijn weerberichten op tv, radio en internet (zoals buitenradar). Naast de gemakvoordelen voor consumenten hebben weersvoorspellingen echter ook belangrijke economische baten in verschillende domeinen. Ten eerste helpen weersvoorspellingen met het beperken van de negatieve effecten van bijvoorbeeld hittegolven en hevige wind op de veiligheid. Denk bijvoorbeeld aan zeilers die gewaarschuwd worden voor een aankomende storm of ouderen die zich kunnen voorbereiden op een warme dag. Kennis over een aankomende storm helpt daarnaast in het verlagen van de hierdoor veroorzaakte materiële schade. Andere economische voordelen vinden we in de productiviteit van de transportsector en de luchtvaart, waar men beter rekening kan houden met slecht weer door betere weersvoorspellingen. Een derde categorie is de energiesector: met behulp van weersvoorspellingen kan zowel het aanbod van duurzame energie beter

¹⁴⁶ European Global Navigation Satellite Systems Agency (GNA), (2015). GNSS Market Report, Issue 4.

¹⁴⁷ European Global Navigation Satellite Systems Agency (GNA), (2015). GNSS Market Report, Issue 4.

¹⁴⁸ Het gaat hier om dag 1-voorspellingen, oftewel weersvoorspellingen voor de komende dag.

¹⁴⁹ EUMETSAT (2013). The case for EPS/METOP second generation: cost benefit analysis.

worden voorspeld (meer wind = meer energie), als de vraag (lagere temperaturen = meer gebruik van de verwarming).¹⁵⁰

Spin-offs

De ruimtevaart stelt zware eisen aan materialen, componenten, instrumenten en technologie. Eenmaal in de ruimte moet een product onder extreme omstandigheden (zeer warm, zeer koud, geen zuurstof, etc) jarenlang mee kunnen. Er is immers geen mogelijkheid om een satelliet te repareren. Naast toepassingen uit satellietdata hebben ook deze omstandigheden tot technologieën en daarmee economische baten geleid die in veel andere domeinen bruikbaar zijn gebleken. Zo draagt ruimtevaarttechnologie op het gebied van adaptieve optiek bij aan de lithografie-techniek van ASML. Ook ontwikkelingen op het gebied van zonnensensoren komen voort uit de ruimtevaart. Andere recente voorbeelden zijn de ontwikkeling van een breed scala aan composieten, innovatieve datawerking in de ICT-sector en verbeterde spectrometers.

Negatieve (externe) effecten Ruimtevaart

Behalve dat toepassingen uit en spin-offs van ontwikkelingen in de ruimtevaart baten opleveren voor Nederland, zijn er ook negatieve effecten. Dit zijn de zogenaamde (niet bedoelde) externe effecten. Te denken valt aan de luchtverontreiniging die gepaard gaat met de lancering van ruimtevaartuigen en de veiligheidsrisico's die een dergelijke lancering met zich meebrengt. Ook is er het ruimtegebruik van lanceer- en testinstallaties, inclusief de omliggende omgeving: deze ruimte kan niet meer voor andere doeleinden worden gebruikt en de ecologie in de omgeving kan worden aangetast. Deze effecten treden echter voor het grootste deel niet in Nederland op. In een MKBA op nationale schaal spelen ze daarom een beperkte rol. Voor een beoordeling van het gehele Europese ruimtevaartprogramma zouden deze effecten wel moeten worden meegenomen.

In de volgende hoofdstukonderdelen lichten we vier toepassingen uit de ruimtevaart nader toe, waarbij we de maatschappelijke baten voor Nederland zo concreet mogelijk maken. Hieronder zijn samenvattingen opgenomen; de daadwerkelijke casestudies zijn terug te vinden in de bijlage.

4.4 Case 1: Precisielandbouw

Precisielandbouw is een data-gedreven vorm van landbouw, waarbij de juiste actie ondernomen kan worden op de juiste plek en tijd. Precisielandbouw is mogelijk door het gebruik van onder meer plaatsbepaling, landmonitoring en beslissingsondersteunende systemen. Het 'preciezer' kunnen bedrijven van landbouw heeft diverse voordelen. Veel genoemde voordelen zijn het besparen van tijd en arbeid, het besparen van inputs zoals water, mest en brandstof, het verbeteren van de grondkwaliteit (bijv. reduceren van grondverdichting), het behalen van hogere gewasopbrengsten, het verbeteren van de gewaskwaliteit (bijv. bevorderen eiwitten), en milieu- en duurzaamheidswinsten (o.a. door een reductie in het wegvloeien van stikstof). Naast economische voordelen kent precisielandbouw dus ook een aantal bredere maatschappelijke voordelen, onder andere op het gebied van duurzaamheid, milieu, en voedselschaarste.

Precisielandbouw is een verzamelwoord van een breed scala aan toepassingen. Satellietdata is vaak een prominente databron voor deze toepassingen, maar zeker niet de enige. Dit maakt het moeilijk om de exacte baten van de bijdrage van satellietdata aan

¹⁵⁰ EUMETSAT (2013). The case for EPS/METOP second generation: cost benefit analysis.

precisielandbouw te kwantificeren. In Tabel 9 wordt een aantal verschillende precisielandbouwtoepassingen op een rij gezet.

Op basis van bevindingen uit de literatuur in combinatie met kentallen uit de Nederlandse situatie, is het aannemelijk dat de potentiële (additionele) baten van precisielandbouwtoepassingen voor de landbouw in Nederland op basis van satellietdata, specifiek voor de akkerbouw, een ordegrrootte van 10 miljoen euro per jaar kent. De mate waarin deze baten reeds zijn gerealiseerd, is onbekend.

In andere delen van de wereld biedt precisielandbouw echter een veel groter potentieel, doordat men daar niet de beschikking heeft over concurrerende technologieën van hoge kwaliteit, zoals in Nederland het geval is. Dit biedt kansen voor de Nederlandse exportsector, die daarvan kan profiteren. Maar belangrijker dan deze export- en winstpotentie is dat het de voedselvoorziening in de wereld verbetert. En ook dit is indirect een Nederlands belang. Om humanitaire redenen, maar ook om onrust in andere delen van de wereld en grootschalige migratiestromen te voorkomen.

Tabel 9. Precisielandbouwtoepassingen en de rol van ruimtevaarttechnologie

Toepassing	Type	Plaatsbepaling	Aardobservatie / navigatie
Automatische sturing en route-optimalisatie / tractor- en machinegeleiding	Guidance	v	x
'Tramlining' (in slim gekozen lijnen rijden voor grondverdichtingreductie)	Guidance	v	x
Planning van mestaanbrenging & variabele mestaanbrenging: 'Variable Rate Application (VRA)	Sensing + Guidance	v	v
Variabel herbicide-sproeien (VRA)	Sensing + Guidance	v	v
Precisie-irrigatie (VRA)	Sensing + Guidance	x	v
'Variable rate cultivation' op basis van grondkaarten (bijv. klei-herkenning)	Sensing + Guidance	v	v
Optimaliseren oogstlogistiek m.b.v. 'vlootmanagement' (processen waarbij meerdere machines tegelijk ingezet worden)	Guidance	v	x
'Variable rate seeding'	Sensing + Guidance	v	v
Variabele bekalking	Sensing + Guidance	v	v
Draadloos beweiden (voor vee)	Mapping + Guidance	v	v
Loofdoding	Sensing + Guidance	v	v
Landgebruiksmonitoring en zonering	Mapping	x	v

4.5 Case 2: Luchtkwaliteit en klimaat

Satellietdata kan bijdragen aan de monitoring en voorspelling van luchtkwaliteit en klimaat. De grootste baten hiervan vinden we in de vorm van beleidsondersteuning, en daarmee de maatschappelijke en economische effecten van een verbeterd luchtkwaliteit- en klimaatbeleid.

Ten eerste kan met behulp van satellietdata de emissie en verspreiding van luchtverontreinigende stoffen per Europees land en regio gemeten worden, waarmee Europese luchtkwaliteitsnormen beter gehandhaafd kunnen worden. Hoewel de mogelijkheden veelbelovend zijn, is het huidige gebruik in Europa maar vooral in Nederland nog zeer beperkt. De ruimtelijke resolutie van de meting van luchtkwaliteit met satellietdata is nog niet goed genoeg om tot betrouwbare gegevens van de luchtkwaliteit op leefniveau te komen. Daarnaast is de kwaliteit van het Nederlandse meetnet van grondstations voor de meting van luchtkwaliteit relatief hoog. Het huidige gebruik in Nederland beperkt zich momenteel dan ook tot indirect gebruik, zoals gegevensinput in luchtkwaliteitsmodellen ter validatie.

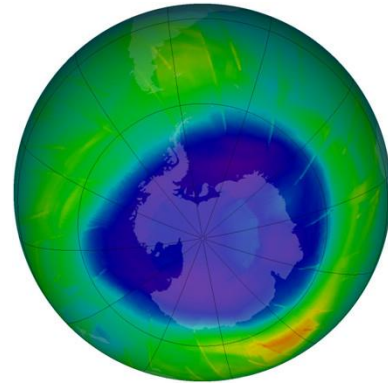
De kwaliteit van satellietdata voor de meting van luchtkwaliteit verbetert echter snel. Met de komst van TROPOMI zal de meting van luchtkwaliteit binnenkort een nieuwe impuls krijgen. De verwachting is dat satellietdata in de toekomst bij gaat dragen aan de handhaving van Europese normen, en daarmee aan de bestrijding van luchtverontreiniging. Dit leidt tot allerlei effecten met economische baten, zoals minder COPD patiënten, een hogere levensverwachting en minder smogalarms.

Ten tweede is satellietdata nuttig voor mondiale waarnemingen van het klimaat. Dit leidt tot verbeterde inzichten in de mondiale uitstoot van luchtverontreinigende gassen en broeikasgassen, maar ook tot geheel nieuwe inzichten die we anders niet hadden gehad, zoals in het gat in de ozonlaag (zie Figuur 15) en de effecten van klimaatbeleid. Voor beide toepassingen wordt satellietdata al intensief ingezet, waardoor het zeer goed denkbaar is dat de verschillende klimaatverdragen voor een deel zijn toe te rekenen aan de inzichten uit satellietdata.

Het is aannemelijk dat de klimaatverdragen hebben geleid tot een beperking van het broeikaseffect. Het gat in de ozonlaag is de afgelopen jaren geslonken.

Een gevolg hiervan is dat UV-straling beperkt is, wat belangrijke effecten heeft voor de gezondheid. Zo leidt deze beperking tot minder longaandoeningen en minder gevallen van huidkanker. Daarnaast hebben de klimaatverdragen bijgedragen aan een lagere opwarming van de aarde. Hiermee is woestijnvorming en de stijging van de zeespiegel beperkt. Ook dit heeft belangrijke effecten, zoals met betrekking tot overstromingen, de landbouw en moeilijk te winnen drinkwater.

Met de bijdrage van satellietdata aan klimaatverdragen en daarmee aan het beperken van het broeikas effect zijn de maatschappelijke en economische baten van satellietdata aanzienlijk. Hoewel deze mondiale baten bijna onmogelijk zijn te berekenen en bovendien niet zijn toe te rekenen aan enkel Nederlandse investeringen (zoals het geval is voor de meeste baten van de ruimtevaart), profiteren we er sterk van.



Figuur 15. Het gat in de ozonlaag in september 2009, zoals gemeten met het OMI-instrument. Bron: NSO.

4.6 Case 3.1: Global Navigational Satellite Systems in wegtransport

Tot in de jaren 90 waren zowel private autobestuurders als het professionele wegtransport afhankelijk van routekaarten voor hun navigatie. Met de komst van GPS-geleide locatiebepaling gecombineerd met digitale kaarten is het proces van routekeuze en oriëntatie versimpeld en versneld. Deze voordelen brachten in het begin van de jaren 2000 een groeispurt van in-car GPS systemen op gang, en tegenwoordig is een nieuwe techniek gemeengoed: navigatie via mobiele telefoon. Deze optie maakt GPS-navigatie ook mogelijk voor andere transportmodi zoals fiets en lopen. In deze analyse leggen we de focus enkel op het wegverkeer.

Door locatiebepaling via satellieten wordt zowel in het personen- als goederenverkeer over de weg reistijd bespaard. Ze kunnen eenvoudiger de snelste route kiezen, hoeven onderweg niet te stoppen en rijden minder vaak verkeerd. Deze reistijdbesparing leverde in 2014 naar schatting rond de 1,1 miljard euro aan reistijdbaten op (zie Tabel). Grootste baathebbers zijn het vrachtverkeer en zakelijke automobilisten.

Tabel 10. Bandbreedte GPS-baten (alle wegvervoer, 2014)

GPS-baten door een kortere reistijd (mln. euro)			
	Laag (-50%)	Schatting	Hoog (+50%)
Woon-werk	€ 7	€ 14	€ 21
Zakelijk	€ 160	€ 320	€ 479
Sociaal/educatie/hobby	€ 61	€ 122	€ 183
Overig recreatief	€ 73	€ 146	€ 219
Vrachtverkeer	€ 255	€ 509	€ 764
Totaal	€ 555	€ 1.110	€ 1.666

Hoewel er een aanzienlijke onzekerheid in de resultaten zit, denken we dat de werkelijke waarde van reistijdbesparing binnen de gepresenteerde bandbreedte zit, kijkend naar andere literatuur.¹⁵¹ De totale maatschappelijke baten van satellietnavigatie liggen waarschijnlijk veel hoger. Immers, in deze analyse van de reistijdbesparing is nog niet meegenomen:

- De voorbereidingstijd voor het bepalen van de route van chauffeurs zonder navigatie;
- De reistijdbesparing tijdens vakanties. We weten dat twee derde van de automobilisten navigatie gebruikt voor lange afstand trips, en dat deze vakantieroutes vaak onbekend zijn;¹⁵²
- Reistijdbesparingen voor ander wegverkeer (o.a. fietsers en voetgangers).

Ook zijn er andere diensten die gebruik maken van GPS en reistijdbesparing opleveren, zoals file-informatie en Track & Trace. Dit is ook nog niet in de bovenstaande waardering meegenomen. Tot slot ondervinden gebruikers andere baten naast reistijdbesparing, waaronder brandstofbesparing, een verhoogde veiligheid en lagere overheadkosten bij transportbedrijven.

4.7 Case 3.2: Live broadcasting en overige communicatie

Satellieten worden voor diverse communicatiedoeleinden gebruikt. Wereldwijd kan via de satelliet toegang worden gekregen tot internet, televisie worden gekeken, getelefoneerd en radio worden geluisterd. Ook, of juist, op locaties waar alternatieve verbindingen (nog) niet beschikbaar zijn. In Nederland zijn dergelijke locaties er tegenwoordig nog maar weinig. Het telefoonnetwerk, en daarmee ook het internet, televisie en radio, is landelijk dekkend. Wereldwijd is dit uiteraard wel anders. Voorheen was dat ook in Nederland anders.

In deze case is gekeken naar de maatschappelijke waarde van satelliettelevisie en live-uitzendingen. Telefonie en internet via de satelliet laten we buiten beschouwing, aangezien dit maar voor een zeer klein deel van de Nederlanders van belang is. Communicatietoepassingen die professioneel zijn, denk aan het leger, laten we ook buiten beschouwing. Niettemin zijn ook hier baten in te vinden.

¹⁵¹ Ondermeer: TomTom (2007). Independent research by Dutch research institute TNO shows that satellite navigation systems have a positive influence on road safety; Lewis Wire (2009). NAVTEQ toont aan dat gebruik van navigatiesysteem brandstofbesparing oplevert; E. Jonkers, F. Faber (2012). Intelligente Transport Systemen in praktijk getest: resultaten en ervaringen van het euroFOT project.

¹⁵² DLR (2007). Use of navigation systems and consequences for travel behaviour

De grootste bijdrage aan de televisie die de satelliet op dit moment in ons dagelijkse leven biedt, is het mogelijk maken van live-uitzendingen. Ook hiervoor geldt dat vandaag de dag voor veel geplande live evenementen zelfs overzees¹⁵³ andere mogelijkheden zijn (zoals internet) om uitzendingen te versturen. En snel mobiel internet maakt het ook mogelijk om op steeds meer plaatsen live uit te zenden zonder satelliet. Maar voor plotselinge gebeurtenissen en incidentele evenementen is de straalwagen nog steeds de meest praktische en betrouwbare optie om snel een live-uitzending op te kunnen zetten en vanuit gebieden met beperkte andere verbindingsmogelijkheden is het zelfs de enige optie.

Bekijken we de totale waarde van de satelliet voor de televisie van Nederlandse burgers, dan ligt de waarde rond te 270 miljoen euro voor het hebben van live televisie van ongeplande live gebeurtenissen. In een grote periode vanaf de jaren 70 was het aantal gebeurtenissen en evenementen dat zonder satellieten niet live uitgezonden had kunnen worden (zonder grote additionele investeringen) groter dan vandaag de dag, waarmee de baten in het verleden vermoedelijk hoger lagen dan nu. Naast live televisie zijn er nog baten van de satelliettelevisie bij huishoudens thuis: de aanbieder zelf boekt een winst van vermoedelijk 35 miljoen euro per jaar, maar het moederbedrijf zit in Luxemburg, waarmee de winst wellicht niet aan Nederland kan worden toegeschreven. Daarnaast heeft de concurrentie van satelliet op de kabel in de jaren negentig de druk op de kabelmaatschappijen opgevoerd om een goed product tegen een aantrekkelijke prijs te leveren. Dit heeft maximaal een baat van 150 tot 175 miljoen euro per jaar gegenereerd, maar door het toegenomen aantal alternatieven, is dit inmiddels beperkt.

De huidige baten bestaan dus voornamelijk uit de live-verslaggeving van wereldwijde en onverwachte gebeurtenissen (gewaardeerd op minimaal 270 miljoen euro per jaar) en de winst van de aanbieder van satelliettelevisie in Nederland.

4.8 Conclusies wetenschappelijke baten, politiek-strategische baten en maatschappelijke baten van toepassingen ruimtevaart

In dit hoofdstuk zijn de wetenschappelijke baten, de politiek-strategische baten en de maatschappelijke baten van toepassingen aan de orde gekomen.

De wetenschappelijke baten uiten zich in een toppositie van Nederland in bepaalde deelgebieden van de ruimtevaart. Dit leidt tot internationaal aanzien, aantrekkingskracht op internationale studenten en vergroot de aantrekkingskracht van wetenschappelijk onderzoek. Bovendien geeft dit ingangen tot de 'big science', via de internationale samenwerkingsverbanden die zijn opgebouwd. Een ander effect is het belang van de ruimtevaart voor het stimuleren van beta-techniek, ook bij scholieren die een profiel of studie moeten kiezen.

Nederland profiteert van verschillende politiek-strategische baten van de ruimtevaart. Ten eerste draagt Nederland met haar aandeel in het Europese ruimtevaartbeleid bij aan zelfstandige Europese toegang tot de ruimte. Daarnaast draagt Nederland met haar investeringen in de ruimtevaart bij aan de oplossing van allerlei maatschappelijke vraagstukken, waarmee Nederland aantoont een "verantwoordelijk wereldburger" te zijn. Als Nederland zou afhaken (c.q. *free rider* verdrag zou vertonen) zou dit het internationale aanzien van Nederland schaden. Ook gelden de Nederlandse investeringen in deelgebieden als *entry ticket* om ook aan andere internationale (politieke en wetenschappelijke) discussies

¹⁵³ De eerste transatlantische televisieuitzendingen konden wel alleen plaatsvinden door de aanwezigheid van communicatiesatellieten.

deel te nemen. Als laatste dragen investeringen in de Nederlandse ruimtevaartsector bij aan de internationale reputatie van Nederland als kenniseconomie.

Wat betreft de maatschappelijke baten van de toepassingen is in dit hoofdstuk duidelijk geworden dat er veel ruimtevaarttoepassingen zijn waarvan we in Nederland profiteren. Variërend van navigatie tot weersvoorspelling, van defensie tot satelliettelevisie. De vier uitgewerkte casussen laten deze breedte ook zien, waarbij tevens duidelijk is geworden dat het niet altijd gemakkelijk is om de baten te kwantificeren en te monetariseren. Desalniettemin is het wel duidelijk geworden dat de maatschappelijke baten van ruimtevaart groot zijn, en de jaarlijkse overheidsuitgaven ver overtreffen. Dat geldt al voor de vier casusses, die slechts een klein deel van het totale spectrum aan toepassingen afdekken. Daarbij moet wel meteen worden opgemerkt dat er geen harde koppeling valt te leggen tussen de overheidsuitgaven en deze maatschappelijke baten. Zonder eigen investeringen had Nederland van de meeste toepassingen ook kunnen profiteren, zij het als 'free rider'.

5 Conclusies en vooruitblik

In dit hoofdstuk gaan we eerst in op de hamvraag van dit onderzoek: overtreffen de baten de kosten? Daarbij zetten we de vier typen baten zoals we die in de voorgaande twee hoofdstukken hebben beschreven nog eens in hun samenhang op een rij (paragraaf 6.1). Vervolgens gaan we kort in op enkele belangrijke toekomstige ontwikkelingen binnen de ruimtevaart, zoals deze geïdentificeerd zijn en verwacht worden door de Nederlandse ruimtevaartsector zelf (paragraaf 5.2) Op basis hiervan bespreken we de sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen voor de Nederlandse ruimtevaart zoals we die op basis van dit onderzoek hebben kunnen vaststellen (paragraaf 5.3). We sluiten af middels een korte epiloog waarin we vooral stilstaan bij een aantal centrale beleidsoverwegingen (paragraaf 5.3.)

5.1 Overall conclusie: overtreffen de baten de kosten?

In dit rapport hebben we vier typen baten van de ruimtevaart geïdentificeerd, die overigens niet los van elkaar staan. De 'enge' economische baten, de wetenschappelijke baten, de politiek-strategische baten en de maatschappelijke baten van toepassingen uit de ruimtevaart. De vraag die bij een MKBA centraal staat is hoe de baten zich verhouden tot de kosten. Zoals al eerder geconstateerd is een 'echte' MKBA van de Nederlandse ruimtevaart niet goed te maken, maar in deze paragraaf proberen we niettemin de baten en kosten met elkaar te vergelijken.

De 'enge' economische baten zijn de baten die direct het gevolg zijn van de aanwezigheid van de ruimtevaartsector in Nederland. We hebben vastgesteld dat in 2014 ruim 4.000 werknemers direct hun baan te danken hebben aan de aanwezigheid van de ruimtevaartsector in Nederland. Inclusief de indirecte doorwerking gaat het om bijna 7.000 werknemers. Gezamenlijk zijn zij in 2014 goed voor circa 600 mln. euro aan toegevoegde waarde in Nederland. Daarbij is het aannemelijk dat deze banen er voor het overgrote deel niet zouden zijn zonder Nederlandse investeringen in de ruimtevaart. Immers, zonder ESA-bijdragen zou ESTEC (alleen direct al verantwoordelijk voor meer dan de helft van de sector) niet in Nederland zijn gevestigd en zou Nederland ook geen ruimteonderzoek uitvoeren met middelen van de ESA en de EU. Daarmee zou Nederland geen interessant vestigingsland zijn voor het overige ruimtevaart gerelateerde bedrijfsleven. Deze sector zou dan ook uiterst minimaal zijn. Hooguit zouden enkele downstream bedrijven in Nederland gevestigd zijn, maar aangezien de kennis van andere partijen ook van belang is voor de downstream sector, zou ook deze deelsector minimaal van omvang zijn. Er is dus een harde relatie tussen de investeringen van Nederland in de ruimtevaart en de werkgelegenheid in de ruimtevaartsector.

Echter, zonder investeringen in de ruimtevaartsector, had de Nederlandse overheid haar geld aan andere sectoren of maatregelen kunnen besteden, wat ook tot werkgelegenheid zou hebben geleid. Bovendien zouden de schaarse hoog opgeleide werknemers in de ruimtevaartsector voor het grootste deel niet werkloos thuis komen te zitten, maar in een andere sector een baan vinden als Nederland geen ruimtevaartsector zou hebben. Voor de laag opgeleide werknemers geldt dit in mindere mate en ook voor de buitenlandse werknemers en bezoekers geldt dat deze zonder Nederlandse ruimtevaartsector hun geld niet in Nederland zouden besteden. Dat geldt ook voor de Nederlandse werknemers die in het buitenland zouden gaan werken als Nederland geen ruimtevaartsector zou hebben. Duidelijk is dat de 'enge' economische baten, die we als maatschappelijke baten in een MKBA mee zouden kunnen nemen, kleiner zijn dan de bovengenoemde aantallen banen en omvang

van de toegevoegde waarde. Indien dit de enige maatschappelijke baten zouden zijn, zouden ze nog niet opwegen tegen de overheidsuitgaven. Daarbij merken we wel op dat Nederland door de aanwezigheid van ESTEC relatief grote 'enge' economische baten heeft ten opzichte van de jaarlijkse ESA-bijdrage.

De economische baten zijn breder. Er is een belangrijke kruisbestuiving tussen de ruimtevaartsector en Nederland en andere economische sectoren. Daarbij gaat het om materiaalgebruik, robotisering, bepaalde werkmethoden, miniaturisering, zonnecellen, etc. Bedrijven als ASML en andere hoogtechnologische bedrijven profiteren daarvan en ook daarbuiten zijn er voorbeelden van materialen en kennis van methoden en technieken die hun toepassing buiten de ruimtevaart vinden (van het leger en de medische wetenschap tot aan de belastingdienst). De omvang van deze spin-offeffecten is niet onderzocht.

De maatschappelijke baten reiken echter verder dan deze economische baten. Er zijn ook wetenschappelijke baten, die indirect overigens ook van belang zijn voor de economie. Via (specialismen in) de ruimtevaart heeft Nederland een internationale wetenschappelijke toppositie weten te verwerven in een aantal kennisdomeinen. Dit opent deuren naar andere wetenschapsvelden en kennis, die er zonder de investeringen in de ruimtevaart niet waren geweest. Daarnaast leidt de wetenschappelijk kennis, het 'human capital', tot hoog opgeleid personeel wat ook in andere sectoren van toegevoegde waarde is. Bovendien draagt de Nederlandse ruimtevaart bij aan de populariteit van bètastudies. En ook dat is voor veel andere sectoren van belang. Ook voor de wetenschappelijke baten geldt dat niet is vast te stellen hoe groot de baten zouden zijn indien de Nederlandse middelen in andere wetenschapsvelden waren gestoken, maar gezien de positie die Nederland heeft verworven, is het wel duidelijk dat de investeringen in de ruimtevaart wetenschappelijk hun vruchten afwerpen.

Waar het maatschappelijk gezien uiteindelijk vooral om draait zijn de effecten van toepassingen. Naast de eerder genoemde spin-offs, zijn er vele toepassingsvelden van satellietdata op het gebied van communicatie, navigatie en aardobservatie. In de vier cases die we hebben onderzocht, is aangetoond dat de baten die hieruit voortvloeien voor de Nederlandse maatschappij, de jaarlijkse Nederlandse investeringen ruimschoots overtreffen. En dit zijn maar vier van de talloze ruimtevaarttoepassingen die maatschappelijke waarde hebben. Deze omvangrijke maatschappelijke baten hebben echter geen aantoonbare directe relatie met de Nederlandse investeringen. Veel baten komen voort uit Europese en Amerikaanse investeringen in onderzoeksprogramma's en in ruimtevaartinfrastructuur. De kans is groot dat deze baten er ook zonder Nederlandse investeringen waren geweest. Maar zoals Nederland profiteert van buitenlandse investeringen, profiteert het buitenland ook van Nederlandse investeringen. Zo speelt Nederland een grote rol in het klimatologische onderzoeksveld.

Daarmee komen we bij de politiek-strategische baten. Nederland kan het zichzelf internationaal moeilijk maken door wel te profiteren van investeringen in de ruimtevaart, maar zelf niet bij te dragen. Wanneer Nederland zich als welvarend westers land zou opstellen als 'free-rider' en niet zou investeren in ruimtevaart, kan dat leiden tot imagoschade, beschadiging van handelsbelangen en wellicht zelfs uitsluiting van bepaalde satellietdiensten (waarmee de baten van toepassingen wel onder druk zouden komen te staan). Daarnaast zijn er de strategische baten van een, als Europa, zelfstandige toegang tot de ruimte en daarmee de onafhankelijkheid van de VS en Rusland. Vanuit het oogpunt van veiligheid is dit een groot belang. Door bij te dragen aan ESA, kan Nederland bovendien richting geven aan het ruimtevaartonderzoek, zoals onderzoek naar de klimaatproblematiek die hoog op de Nederlandse prioriteitenlijst staat. ESTEC heeft tot slot een positief uitstralingseffect voor Nederland als kennisintensief en internationaal georiënteerd land.

Deze baten zijn niet goed te kwantificeren, maar wel direct te relateren aan de investeringen van Nederland in de ruimtevaart.

Concluderend kunnen we vaststellen dat de Nederlandse investeringen in de ruimtevaart hebben geleid tot een ruimtevaartcluster, een wetenschappelijke toppositie in het ruimteonderzoek en een bijdrage leveren aan politiek strategische doelstellingen. Daarnaast is vast te stellen dat de maatschappelijke baten van alle toepassingen die we aan de ruimtevaart te danken hebben, de jaarlijkse Nederlandse investeringen ruimschoots overtreffen. Deze baten zijn echter niet een op een te relateren aan de Nederlandse investeringen in ruimtevaart.

De totale maatschappelijke baten van de overheidsuitgaven aan ruimtevaart zijn dus niet goed vast te stellen, met name omdat onduidelijk is wat de ontwikkelingen zouden zijn geweest als Nederland niet zou hebben geïnvesteerd in de ruimtevaart. We achten het aannemelijk dat de baten de kosten overtreffen, maar kunnen dit niet hard maken. Wel is duidelijk dat de economische, strategische en wetenschappelijke belangen zouden worden geschaad als Nederland zou besluiten om minder te investeren in ruimtevaart.

5.2 Toekomstige ontwikkelingen

Nu de stand is opgenomen van de overheidsinvesteringen in ruimtevaart en de verschillende typen baten die ruimtevaart Nederland brengt, staan we stil bij enkele toekomstige ontwikkelingen die naar verwachting van toepassing zijn op de ontwikkeling van de Nederlandse ruimtevaart, te weten:

- 1) continue en open beschikbaarheid van steeds meer satellietdata;
- 2) opkomst van kleine satellieten, instrumenten en megaconstellaties;
- 3) verbreding van het aantal maatschappelijke toepassingsdomeinen.

Deze ontwikkelingen zijn naar voren gekomen uit de literatuur, interviews alsmede een workshop met stakeholders uit de Nederlandse ruimtevaart.

Continue en open beschikbaarheid van steeds meer satellietdata

Op het gebied van communicatie en navigatie kan de ruimtevaart bogen op waardevolle toepassingen en zijn er inmiddels miljardenmarkten ontstaan waar commerciële aanbieders volop actief zijn. Niettemin kent de ruimtevaart ook tal van (veelal aardobservatie)toepassingen gebaseerd op satellietdata die al jaren worden gezien als een grote belofte. De beperkende factor is hier dat data tot nu toe vaak niet voldoende betrouwbaar, voldoende continue en voldoende open beschikbaar is. Dit maakt toepassingen in zowel sommige publieke- als commerciële domeinen minder aantrekkelijk. Een essentiële ontwikkeling is daarom dat veel satellietdata in de nabije toekomst wel gegarandeerd voor een lange periode beschikbaar komt. Ook komt steeds méér data beschikbaar. Meer en betere data maken dat veel toepassingen betere inzichten opleveren die voor de langere termijn ingezet kunnen worden, waardoor de concurrentie met bestaande, niet-ruimtevaart gebaseerde toepassingen beter kan worden aangegaan. Vooral het Galileoprogramma en het Copernicus-programma, waarvoor verschillende aardobservatiesatellieten (de *Sentinels*) de ruimte in worden gebracht, spelen hierin een belangrijke rol. Hierbij is al bij de ontwikkeling van satellieten nagedacht over de toepassingen van de data die ermee gegenereerd wordt. Beide programma's garanderen de levering van hoge kwaliteit data voor een langere periode. Daarnaast komt de data ontwikkeld met het Copernicus-programma gratis beschikbaar.

De groeiende hoeveelheid beschikbare data heeft verschillende effecten. Ten eerste is de verwachting dat het gebruik van satelliettoepassingen zal stijgen.¹⁵⁴ Hierbij gaat het niet enkel om nieuwe toepassingen, maar vooral ook om meer gebruik van bestaande toepassingen en technologieën, die nu beter en betrouwbaarder worden. Ten tweede verandert de manier waarop er omgegaan zal worden met satellietdata. In het verleden kon het gebruik en de verwerking van data veelal vanuit de wetenschap worden georganiseerd. Dit model is niet houdbaar. Er komt nu dusdanig veel data beschikbaar dat het niet efficiënt is om datagebruik min of meer top down te sturen. De data infrastructuur zal daarom anders en vooral meer open georganiseerd gaan worden.¹⁵⁵ Beide effecten hebben ook gevolgen voor beleid, dat in veel domeinen te weinig rekening houdt met de mogelijkheden van satellietdata. Steeds meer aandacht zal daarom (moeten) uitgaan naar het wegnemen van belemmeringen in regelgeving om grootschalig gebruik van satellietdata mogelijk te maken. Dit thema is als onderdeel van het Nederlands EU-voorzitterschap ingebracht in EU-verband in het kader van de voorbereiding van de *European Space Strategy*.

Opkomst van kleine satellieten, instrumenten en megaconstellaties

Een andere ontwikkeling is de komst van kleine satellieten, kleinere instrumenten (zoals bijvoorbeeld TROPOLITE, een voorstel voor een kleinere en goedkopere variant op TROPOMI¹⁵⁶) en megaconstellaties, oftewel netwerken van kleine satellieten. Satellieten en instrumenten worden niet alleen kleiner, maar ook worden ontwikkelcycli korter en lanceringen goedkoper. Hiermee wordt de ruimte steeds toegankelijker (*access to space*). Megaconstellaties zijn hier een direct gevolg van, met een breed scala aan mogelijkheden. Door kleine, goedkope satellieten in grote getalen in een lage baan om de aarde (*low-earth orbit*, LEO) te laten draaien, wordt een netwerk gecreëerd waarmee snel veel data de wereld over kan worden gestuurd. De eenvoudiger toegang tot de ruimte maakt dat het ook voor steeds meer commerciële partijen aantrekkelijk is om zich met ruimtevaart bezig te houden.¹⁵⁷ Steeds meer private partijen zijn actief in verschillende type ruimtevaartactiviteiten. De opkomst van megaconstellaties trekt zowel traditionele ruimtevaartbedrijven als bedrijven van buiten de ruimtevaart aan, die samen een aanzienlijke hoeveelheid aan lanceercapaciteit opkopen. De intrede van bedrijven met een achtergrond van buiten de ruimtevaart zien we natuurlijk ook met de komst van steeds meer commerciële lanceerraketten, zoals die van SpaceX en Blue Origin.¹⁵⁸ Als laatste groeit ook de betrokkenheid van de private sector in de ontwikkeling van componenten en instrumenten voor ruimte infrastructuur. Zo is de private sector op dit moment al verantwoordelijk voor 50% van de door ESA uitgezette opdrachten.¹⁵⁹ Hoewel het onwaarschijnlijk is dat veel

¹⁵⁴ ESA Council (2016). Intermediate Report on the Space Economy.

¹⁵⁵ De ontwikkeling naar open dataportals is al ingezet. Daarbij spelen twee vragen die onder andere op de workshop zijn genoemd. Zijn de wensen van gebruikers wel voldoende leidend. Op de workshop bleek bijvoorbeeld dat sommige downstreambedrijven nauwelijks gebruik maken van de dataset aangeboden in de dataportal. Een tweede vraag is of voor de ontwikkeling van dataportals nadere Europese samenwerking niet wenselijk is.

¹⁵⁶ Zie bijvoorbeeld: Maresi, L., van der Meulen, W. & Vink, R. (2014). TROPOLITE, on the path of Atmospheric Chemistry Made Simple.

¹⁵⁷ OECD (2004). Space 2030. Exploring the future of space applications; Paikowsky, D., Reichard, A., Baram, G. & Ben Israel (2016, Tel Aviv University). Space 2015: A Year In Review; Federal Aviation Administration (2014). 2013 Commercial Space Transportation Forecasts.

¹⁵⁸ Daarnaast begint ook ruimtetoerisme steeds serieuzere vormen aan te nemen, na de eerste toeristen die de afgelopen jaren naar het ISS zijn gereisd, zie Kamerbrief, 24446, nr. 55 (11 september 2014). Ruimtevaartbeleid 2014-2020.

¹⁵⁹ Bron: interviews.

Nederlandse bedrijven zelf een belangrijke rol gaan spelen als prominente ontwikkelaar van constellaties, diensten voor ruimtetoerisme of lanceerraketten, betekenen deze (internationale) bedrijven wel een nieuwe markt voor vooral de Nederlandse upstream.

Verbreding van het aantal maatschappelijke toepassingsdomeinen

In lijn met de tien downstream roadmaps die onder leiding van het NSO zijn opgesteld, zien deelnemers aan de interviews en workshop vooral aardobservatie als de meest veelbelovende (set van) toepassingen. De monitoring van luchtkwaliteit en klimaat wordt hier het meeste genoemd. Hoewel zeker klimaatobservaties al aan de orde van de dag zijn, kunnen ook hier nog grote stappen worden gezet. Dit geldt in het bijzonder voor luchtkwaliteit. Met de komst van TROPOMI-data is de verwachting dat luchtkwaliteit monitoring steeds meer ondersteund zal worden met satellietdata. Voorwaarde is wel dat satellietdata toegelaten wordt als betrouwbare meetmethode voor de monitoring van EU-normen voor luchtkwaliteit.

Andere veelgenoemde aardobservatiedomeinen met potentie voor Nederland zijn (precisie)landbouw, watermonitoring, monitoring van infrastructuur als dijken en bruggen en veiligheid. In sommige gevallen zal de technologie nog een ontwikkelingsslag vergen, in andere gevallen is de grootste belemmering het beperkte bewustzijn van de mogelijkheden van satellietdata in de samenleving, of een beperkte bereidwilligheid om over te stappen van bekende aardse oplossingen naar (deels) ruimtevaart gebaseerde oplossingen.

De ruimtevaart is meer dan enkel aardobservatie. Ook daarbuiten worden kansrijke toepassingen voor de nabije toekomst genoemd. Daarnaast kunnen megaconstellaties ingezet worden voor verschillende veelbelovende toepassingen zoals het aansluiten van afgelegen of arme gebieden op het internet¹⁶⁰, of voor bedrijven die grote hoeveelheden data veilig naar elkaar of naar verschillende vestigingen willen sturen.¹⁶¹ In de wetenschap zouden kleinere, sneller te ontwikkelen instrumenten beter aan kunnen sluiten bij op dat moment relevante thema's voor beleid of commerciële markten. Met polarimeters, een nieuwe generatie optische instrumenten, kunnen bijvoorbeeld stoffen beter worden geïdentificeerd en geanalyseerd. De ontwikkeling van optische instrumenten is een vakgebied waarin Nederland al jaren een sterke internationale positie heeft. Op de lange termijn zou satellietnavigatie een belangrijke rol kunnen spelen in autonome voertuigen, bijvoorbeeld als backup-systeem voor de autonome navigatie van auto's. Een goed voorbeeld van een ruimtevaarttechnologie die buiten de ruimtevaart zelf ingezet zal gaan worden is quantum encryptie, een geavanceerde vorm van beveiliging voor elektronische communicatie of dataverkeer.

5.3 SWOT-analyse van de Nederlandse ruimtevaart

Op basis van de deskstudie, interviews, survey en workshop presenteren we hieronder een SWOT-analyse. Hiermee analyseren we wat de implicaties van bovenstaande ontwikkelingen zijn voor de Nederlandse ruimtevaart, en welke troeven en zwaktes de sector heeft om om te gaan met de kansen en bedreigingen die hieruit voortvloeien.

Sterktes

¹⁶⁰ Zie bijvoorbeeld OneWeb: <http://oneweb.world/>.

¹⁶¹ Zie bijvoorbeeld LeoSat, <http://www.leosat.com/>

Een belangrijke sterkte van de Nederlandse ruimtevaart is de wetenschappelijke toppositie die op deelgebieden gehandhaafd wordt. Al enige decennia is Nederland sterk in astronomie. In de afgelopen 20 jaar zijn hier internationaal erkende expertises in wetenschappelijke instrumenten, luchtkwaliteit en klimaat aan toegevoegd. In de afgelopen jaren heeft Nederland ook een groeiende expertise opgebouwd in water en planeetonderzoek. Instituten als SRON, de KNMI en NOVA hebben internationaal een naam opgebouwd in verschillende disciplines binnen het ruimteonderzoek. Investerings in academisch ruimteonderzoek zijn dan ook investeringen in een wetenschapsdiscipline waar Nederland al in uitblinkt en de vruchten van kan plukken. Dit straalt ook af op de Nederlandse ruimtevaartsector zelf. De aanwezige kennis zorgt voor bedrijven die de internationale concurrentie aan kunnen.

Nederland heeft niet alleen wetenschappelijke specialismes die internationaal tot de top horen, maar ook sluiten deze expertises goed aan op Europese ontwikkelingen. Met de komst van Copernicus en alle data die hiermee beschikbaar komen, zijn de mogelijkheden op het gebied van aardobservatie legio. Nederland is goed gepositioneerd om hier optimaal van gebruik te maken, en zo haar toppositie ook in de toekomst te behouden.

De Nederlandse wetenschappelijke expertise in ruimteonderzoek leidt daarnaast tot hoogwaardige academische opleidingen. Mede dankzij de in Nederland aanwezige kennis is de TU Delft uitgegroeid tot een prominente opleider van de ruimtevaartsector. Ook op bredere techniekstudies scoren de Nederlandse universiteiten goed. Hiermee zijn Nederlandse bedrijven in de upstream en downstream min of meer verzekerd van nieuw talent.

Een vierde sterkte vinden we in ESTEC. ESTEC heeft een aanzienlijke directe economische impact in de vorm van werkgelegenheid, maar ook een aantal andere effecten die de Nederlandse ruimtevaartsector een competitief voordeel geeft vergeleken met concurrentie uit het buitenland. ESTEC blijft dé troef voor Nederland om zich internationaal te onderscheiden. Ten eerste vindt er interactie plaats tussen ESTEC en de Nederlandse ruimtevaartsector. ESTEC/ESA is een belangrijke klant voor een aantal Nederlandse bedrijven. Deze opdrachten leiden tot omzet, maar ook tot meer kennis voor de Nederlandse ruimtevaart. Kennis en technologie van ESTEC belandt daarnaast ook in directere vorm bij de Nederlandse ruimtevaartsector. ESTEC onderhoudt een aantal samenwerkingsverbanden met Nederlandse organisaties gericht op de uitwisseling van kennis, en ESTEC geeft met enige regelmaat licenties van haar technologie uit aan Nederlandse bedrijven (technology transfer). Op haar beurt profiteert het Nederlandse ruimteonderzoek van het netwerk van ESTEC; veel Nederlandse kennisinstellingen hebben samengewerkt met internationale organisaties door middel van het netwerk van ESTEC. Ten slotte heeft ESTEC een bredere impact op de Nederlandse samenleving dan op enkel de ruimtevaart; de aanwezigheid van ESTEC bevestigt de reputatie van Nederland als kennisintensieve samenleving. Al deze effecten hadden niet of in mindere mate plaats gevonden als ESTEC niet in Nederland gevestigd zou zijn. Wel blijft het belangrijk dat Nederland zich in blijft zetten voor het behouden en waar mogelijk versterken van de interactie met en zichtbaarheid van ESTEC, in navolging van bijvoorbeeld de White Paper on ESTEC.¹⁶²

De sterke internationale positie die de Nederlandse ruimtevaartsector (mede dankzij ESTEC en de wetenschappelijke expertises) heeft verworven uit zich ook in de opdrachten die de sector binnenhaalt van ESA. ESA werkt met het principe van *juste retour*; ESA-lidstaten krijgen van hun bijdrage aan ESA ongeveer 100% terug door middel van opdrachten. Nederland haalt consistent voor een hoger bedrag opdrachten binnen dan op basis van enkel de Nederlandse ESA-bijdrage rechtvaardigt.

¹⁶² Ibid.

Tabel 11. SWOT-analyse van de Nederlandse ruimtevaart

Sterktes	Zwaktes
<ul style="list-style-type: none"> • Wetenschappelijke toppositie op deelgebieden • Expertises die goed aansluiten op toekomstige ontwikkelingen • Hoge kwaliteit onderwijs en (<i>bèta</i>) talent • Aanwezigheid van ESTEC • Hoge return uit ESA-bijdragen 	<ul style="list-style-type: none"> • Relatief beperkte ESA-bijdrage ten opzichte van andere ESA-lidstaten • Veelal kleine downstreambedrijven met beperkte capaciteit in marketing en opschaling • Beperkt gebruik ruimtevaarttoepassingen in publieke domein • Niet optimale samenwerking binnen de Nederlandse ruimtevaartsector
Kansen	Bedreigingen
<ul style="list-style-type: none"> • Meer en betere satellietdata voor toepassingen in het publieke domein • Meer en betere satellietdata voor toepassingen in het commerciële domein • Verbeterde toegang tot de ruimte • Megaconstellaties en kleinere satellieten 	<ul style="list-style-type: none"> • Concurrentie van <i>emerging countries</i> • Verliezen van (een deel van) ESTEC • Gemankeerde toegang tot aardobservatiedata • Versnippering van de Nederlandse ruimtevaart

Zwaktes

Een veel gehoorde zwakte van de Nederlandse ruimtevaart is de relatief beperkte ESA-bijdrage. Het Nederlandse aandeel in het ESA budget lag in 2015 op 2,3%, terwijl het Nederlandse aandeel in het BNP van alle ESA-lidstaten op ongeveer 4,5% ligt (zie ook paragraaf 2.5). Hoewel Nederland effectief is in het binnenhalen van ESA-opdrachten, geeft dit Nederland in absolute termen een achterstand op concurrerende sectoren van andere ESA-lidstaten. Tegelijkertijd zien we het als een zwakte dat de sector veelal bestaat uit kleine organisaties. Hoewel ook binnen de upstream de grotere partijen nog tot het MKB behoren, is dit nog sterker het geval voor de downstream. Dit hoeft lang niet altijd nadelig te zijn, maar het beperkt wel de capaciteit en ervaring in opschaling en marketing die benodigd is om (commerciële) toepassingen voortkomend uit de downstream écht een vlucht te laten nemen. In sommige andere landen is deze capaciteit sterker aanwezig.

Een andere zwakte is de beperkte omarming (en huidige gebruik) van ruimtevaarttoepassingen in het publieke domein. Hoewel Nederland beleid voert op het breder inzetten van ruimtevaarttoepassingen in domeinen die traditioneel niet tot de ruimtevaart behoren, is het feitelijke gebruik nog zeer kleinschalig. Hiervoor zien we twee redenen. Ten eerste beschikt Nederland in veel gevallen over concurrerende (niet-ruimtevaart) toepassingen van hoge kwaliteit, die het minder aantrekkelijk maken om over te stappen op de ruimtevaart. Het Nederlandse grondnetwerk voor de monitoring van luchtkwaliteit is hier een goed voorbeeld van. Dit belemmert de Nederlandse ruimtevaartsector, in vergelijking met buitenlandse sectoren waar de vraag van de overheid duidelijker aanwezig is. Toch lijkt ook de zichtbaarheid van de ruimtevaart in de Nederlandse samenleving én een zekere vorm van koudwatervrees een rol te spelen. Vaak is niet genoeg duidelijk wat de ruimtevaart allemaal te bieden heeft of is men terughoudend in de acceptatie van innovatieve toepassingen.

De Nederlandse ruimtevaart is een kleine sector in een grotere Europese of mondiale markt. Nederlandse partijen zijn op elkaar aangewezen voor het verkrijgen van een zo goed mogelijke internationale concurrentiepositie. Toch is op dit moment de samenwerking tussen

upstream, downstream en wetenschap beperkt. Een derde zwakte zien we in de niet optimale samenwerking en gebrek aan een ketenbenadering binnen de Nederlandse ruimtevaart. Door de upstream in een vroeg stadium aan te laten sluiten bij de wetenschap kan de ontwikkeling van instrumenten en (onderdelen binnen de) ruimtevaartinfrastructuur efficiënter. Door ook de downstream of zelfs partijen buiten de ruimtevaart te betrekken wordt gegarandeerd dat de data die met toekomstige instrumenten wordt geproduceerd ook daadwerkelijk nuttig en bruikbaar is voor de uiteindelijke gebruiker. Hoewel vraagsturing voor wetenschap en maatschappelijke toepassingen verschilt, kan vraag en aanbod beter op elkaar aangesloten worden. Veel winst zou al geboekt kunnen worden als duidelijker wordt wat verschillende type partijen elkaar te bieden hebben. De uitdaging ligt hier in het bij elkaar brengen van verschillende type partijen die elkaar normaliter niet zullen treffen, bijvoorbeeld door ontmoetingen tussen de gehele keten te faciliteren.

Tegelijkertijd herbergt de sector een breed scala aan verschillende belangen. Een voorbeeld vinden we in de termijn waarop men rendement uit investeringen verwacht; in de wetenschap is een lange adem nodig (10-25 jaar), terwijl de downstream en in mindere mate de upstream in veel kortere termijnen denken. Dit creëert frictie en competitie voor budgetten, terwijl de sector dusdanig klein is dat samen optrekken essentieel is. Nederland verliest aan concurrentiekracht als andere landen hier verder in zijn of blijven.¹⁶³

Kansen

Een belangrijke kans vinden we in betrouwbare, continue en open satellietdata die de komende jaren in steeds grotere mate beschikbaar wordt. Vooral de Copernicus en Galileoprogramma's spelen hier een belangrijke rol in. Met deze data worden de deuren geopend voor het publieke en private gebruik van steeds meer toepassingen. Nu wordt gebruik vaak nog belemmerd door de onzekere beschikbaarheid van data in de toekomst; bedrijven kunnen geen business case bouwen op een datastroom die binnen enkele jaren weg kan vallen, terwijl publieke instanties diensten niet kunnen baseren op satellietdata die niet gegarandeerd beschikbaar is. Daarnaast bieden Copernicus en Galileo ook vooral data aan van betere kwaliteit, met TROPOMI als duidelijk (Nederlands) voorbeeld. Hierdoor worden steeds meer toepassingen mogelijk. De Nederlandse ruimtevaart is met haar huidige expertises goed gepositioneerd om een uitstekende concurrentiepositie te verwerven in dit domein.

Een andere kans is de steeds betere toegang tot de ruimte ("*access to space*"). Satellieten en instrumenten worden kleiner, ontwikkelcycli worden korter en lanceringen worden goedkoper. Dit biedt mogelijkheden voor de commerciële ruimtevaart. Met kortere ontwikkelcycli wordt het ook steeds beter mogelijk om nieuwe satellieten (en de daaruit voortkomende data) goed aan te laten sluiten op huidige problemen, zowel in het publieke domein (beleidsondersteuning) als het commerciële.

Tegelijkertijd komen ook megaconstellaties eraan, oftewel netwerken van kleine en goedkope satellieten. Naast de mogelijkheden die dit biedt voor wereldwijde datatransmissie voor bijvoorbeeld telecom, wereldwijd beschikbaar internet en allerlei nieuwe maatschappelijke toepassingen, is het voor de Nederlandse sector een kans om een goede positie te verwerven in nieuwe marktsegmenten op basis van de bestaande expertise in instrumentatie en sensoren. Zeker als ervoor wordt gekozen om deze expertise te koppelen aan specifieke toepassingen.

¹⁶³ Een mogelijk voorbeeld is Duitsland. Duitsland heeft met de DLR een ruimtevaartorganisatie waarin alle facetten van de ruimtevaart al verenigd zijn.

Bedreigingen

Een veel gehoorde bedreiging is de groeiende concurrentie met *emerging countries* en andere landen waarin overheden sterkere (financiële) ondersteuning bieden aan de ruimtevaartsector. Hoewel de stijgende bereidheid van landen als China om met ESA samen te werken ook kansen biedt, kan het voor Nederlandse organisaties moeilijker worden om de concurrentie aan te gaan. Daarnaast blijft het een risico dat Nederland door de relatief lage ESA-bijdragen (een deel van) ESTEC verliest aan andere lidstaten met een hogere bijdrage. Hoewel dit op de korte termijn niet aan de orde lijkt blijft deze mogelijkheid op de lange termijn aanwezig, zeker als de ESA-bijdragen in de toekomst zouden dalen.

Ontwikkelingen in de ruimtevaart komen en gaan niet in een enkel jaar. Doordat ESA-initiatieven en de ontwikkeling van instrumenten en satellieten vaak jaren duurt, is de ruimtevaart een sector met een lange adem. Het voordeel is dat de goede positie van de Nederlandse ruimtevaartsector niet binnen de korte termijn zal verdwijnen. De meeste bedreigingen zitten hem daarom vooral in het niet grijpen van kansen voor de toekomst; stilstand is achteruitgang. Om goed gebruik te kunnen maken van de aankomende mogelijkheden op basis van de data die beschikbaar wordt met onder andere Copernicus, is het belangrijk dat Nederland goede toegang heeft tot die data. Op dit moment wordt die goede toegang voor Nederland belemmert door de gebrekkige capaciteit van de verbinding die Nederland met Brussel heeft voor het ophalen van de data van bijvoorbeeld de Sentinels. Als dit niet verbeterd wordt blijven (downstream)sectoren in andere ESA-lidstaten een voordeel hebben.

Als laatste zien we een bedreiging in een versnipperde Nederlandse ruimtevaart. De Nederlandse ruimtevaart geniet een internationaal goede positie doordat we ons richten op een beperkt aantal deelgebieden. Hoewel de ogen niet gesloten dienen te worden voor opkomende expertises, is het belangrijk dat de Nederlandse sector deze specialisaties behoudt. Hiervoor is de eerder genoemde ketenbenadering belangrijk; een te zwakke samenwerking leidt tot versnippering. Ook de overheid kan hier aan bijdragen, door gerichte keuzes te maken in bijvoorbeeld de financiële ondersteuning van (wetenschappelijke) expertises.

5.4 Epiloog

Afsluitend constateren we dat op basis van volgehouden investeringen van de spelers in de sector zelf, vanuit Europa en vanuit het Nederlandse ruimtevaartbeleid een waardevol Nederlands ruimtevaartcluster is ontstaan met belangrijke economische, politiek-strategische, wetenschappelijke en ruimere maatschappelijke baten via toepassingen van ruimtevaart. Het belang van deze toepassingen zal – zo is nationaal en internationaal de verwachting – snel in betekenis toenemen. De Nederlandse investeringen in ESA-verband zijn, zeker gezien de aanzienlijke baten verbonden aan de vestiging van ESTEC in Nederland als spil in het Europese en Nederlandse ruimtevaartcluster, bescheiden te noemen. Het is ook om die reden belangrijk om voortdurend te bewaken dat de Nederlandse bijdrage aan het Europese ruimtevaartbeleid niet een kritische ondergrens bereikt.

Echter, invulling van het ruimtevaartbeleid behelst meer dan bepaling van de omvang van het budget. We geven onderstaand een aantal centrale afwegingen die een rol spelen bij de mogelijk te leggen accenten binnen het Nederlandse ruimtevaartbeleid (anders dan alleen een discussie omtrent hoogte van het beleidsbudget). Ze zijn gebaseerd op het door ons uitgevoerde onderzoek. Met de sector is in een workshop ook hierover van gedachten gewisseld. De suggesties die op deze workshop door de deelnemers zijn gedaan, zijn opgenomen in Bijlage 5 waarin we de resultaten van deze workshop hebben samengevat.

Een eerste afweging betreft **de verhouding tussen bijdrage aan Europees ruimtevaartbeleid en nationaal flankerend beleid**. Nederland investeert weliswaar substantieel in ruimtevaart, maar die investeringen zijn in internationaal perspectief bescheiden en gegeven het grote voordeel dat Nederland met de vestiging van een grote kennisinstelling als ESTEC binnen haar grenzen geniet, als relatief laag te kwalificeren. ESTEC, toegang tot de wetenschappelijke infrastructuur van ESA en de opdrachten van ESA op basis *van juste retour* hadden we allen niet gehad zonder de Nederlandse bijdragen aan ESA. Dit geldt ook voor de wetenschappelijke topositie in de astronomie. Wat betreft de verhouding tussen Europees en nationaal ruimtevaartbeleid moet opgemerkt worden dat beiden sterk op elkaar betrokken zijn. Niettemin is een keuze mogelijk om meer of minder ver te gaan in de mate waarin het Nederlandse ruimtevaartbeleid bepaald wordt door Europese keuzes en prioriteiten. Onze indruk is dat het Nederlandse ruimtevaartbeleid nu sterk geënt is op het Europese ruimtevaartbeleid en dat er beperkt ruimte wordt gemaakt voor een eigenstandig Nederlands ruimtevaartbeleid c.q. een nationaal beleid dat optimaal gebruik maakt van de kansen die vooral ESA/ESTEC Nederland biedt. Nederland heeft de afgelopen jaren geïnvesteerd om ESTEC nadrukkelijker onderdeel te laten uitmaken van een nationaal ruimtevaartcluster. De inspanningen om die verbindingen te leggen zouden moeten worden gecontinueerd en waar mogelijk geïntensiveerd. Verder zou de overheid aan de gebruikers- of toepassingskant actiever kunnen zijn. Ministeries die zich traditioneel weinig met ruimtevaart bezig houden zijn (te) terughoudend. Een "buienradar voor luchtkwaliteit" zou bijvoorbeeld al heel goed te maken zijn op basis van de Nederlandse kennis en kunde op gebied van luchtverontreiniging en klimaatonderzoek en de vraag is waarom de Nederlandse overheid via de band van innovatief overheidsaankopenbeleid hier bijvoorbeeld geen extra "duwtje" geeft. Dit geldt ook voor een aantal andere ministeries en rijksdiensten die sterk zouden kunnen profiteren van toepassingen van satellietdata. De verhouding tussen Europees ingestoken en Nederlands ruimtevaartbeleid zal altijd een balanceeract blijven, maar er zijn los daarvan diverse mogelijkheden om hier een meer gevarieerde invulling aan te geven. De departementen die een groot belang hebben bij toepassingen gebaseerd op ruimtevaart en vooral satellietdata kunnen daarbij een meer actieve rol spelen.

Een tweede centrale afweging gaat eveneens over een klassiek dilemma in het ruimtevaartbeleid, te weten **de verhouding tussen beleid gericht op de upstream en beleid gericht op de downstream**. Er is een zekere traditie om vanuit overheidswege overwegend te investeren in upstream en de roep om investeringen in de downstream wordt luider. Echter, het zou geen *zero sum game* moeten zijn aangezien beiden elkaar nodig hebben. Geen downstream zonder upstream en geen of veel minder valorisatie en economische benutting van investeringen in ruimtevaart zonder aandacht voor downstream toepassingen.¹⁶⁴ De overheid zou als *launching customer* een belangrijke bijdrage kunnen leveren. De overheid is immers vaak klant van downstreamactiviteiten, maar lijkt die nog onvoldoende te associëren met ruimtevaart. De overheid (inclusief verschillende overheidsdiensten) is zich nog onvoldoende bewust wat de toepassingsmogelijkheden van ruimtevaart zijn in onderscheiden, typische overheidsdomeinen (of kent andere waarnemingssystemen waar men in heeft geïnvesteerd en vertrouwd mee is). Meer bewustwording op dit punt en verbreding van het aantal departementen dat nadrukkelijk

¹⁶⁴ De waarde van downstreamactiviteiten en interesse vanuit toepassende bedrijven en organisaties wordt groter naarmate er betrouwbare, continue data beschikbaar komt. In het verleden richtten satellieten en instrumenten zich hoofdzakelijk op research, maar nu er steeds meer open en betrouwbare data aankomt zijn er zeker mogelijkheden voor de commerciële sector en dus ook voor de overheid als afnemer van toepassingen. Met Copernicus wordt dat in de nabije toekomst ook voor een groot deel gegarandeerd. Dit illustreert dat investeringen in toepassingen niet los gezien kunnen worden van investeringen in upstream technologie en dat continuïteit in de investeringen wenselijk is.

nagaat welke mogelijkheden ruimtevaart biedt op hun respectievelijke domeinen – zoals IenM bijvoorbeeld al systematisch heeft gedaan – is wenselijk. Welke vragen in het publieke domein zouden met inzet van satellietdata opgelost kunnen worden? Vervolgens zou het vernieuwende bedrijven (bijvoorbeeld via SBIR) mogelijk gemaakt moeten worden om dergelijke nieuwe diensten ook daadwerkelijk te leveren. Dergelijk innovatief aankoopbeleid wordt nu nog te vaak belemmerd omdat binnen diverse overheidsdiensten aardse oplossingen in gebruik zijn en het bewustzijn omtrent de mogelijkheden van satelliettoepassingen onvoldoende is ontwikkeld. Ook worden op basis van Europese wet- en regelgeving bepaalde manieren van waarnemingen geëist (bijvoorbeeld meting van luchtkwaliteit t.b.v. handhaving middels grondstations) die de switch naar satellietgebaseerde of mede op satellietdata gebaseerde oplossingen frustreren. Nederland kan zich verder inspanssen om die belemmerende regelgeving terug te dringen¹⁶⁵.

Een derde centrale afweging is de **balans tussen *technology push* (aanbodsturing) en *technology pull* (vraagsturing)**. De ruimtevaart is enerzijds bij uitstek een sector die gekenmerkt wordt door een zekere traditie van *technology push*, wat wellicht eigen is aan sectoren met grootschalige en dure infrastructuren en lange ontwikkelingstermijnen. Anderzijds wordt er geregeld aangedrongen op meer vraagsturing. Die vraagsturing verloopt nu soms nog moeizaam, bijvoorbeeld omdat potentiële gebruikers vasthouden aan bestaande bewezen aardse oplossingen (of bestaande regelgeving aardse oplossingen voorschrijft), nog onvoldoende zeker is of oplossingen gebaseerd op satellietdata voldoende toekomstvast zijn en in veel gevallen nog een hele slag gemaakt moet worden voordat ruwe satellietdata zijn omgezet in kant-en-klare toepassingen. Het is om die reden essentieel dat in processen van visievorming (zoals de afgelopen jaren de roadmaps gecoördineerd vanuit het NSO) ruimte wordt ingebouwd voor vraagsturing c.q. interactie met potentiële gebruikers in de geselecteerde upstream en downstream domeinen. Ook zouden de potentiële toepassingsmogelijkheden van ruimtevaart (nog) nadrukkelijker worden geëtaleerd, zowel richting het grote publiek alsook richting specifieke toepassende sectoren (cross-overs naar andere sectoren).

Een vierde hiermee samenhangende afweging die gemaakt moet worden in het ruimtevaartbeleid is die tussen focus op **bestaande sterkten of het opbouwen van nieuwe specialisaties**. In de ruimtevaart gaat het om dermate lange ontwikkeltrajecten dat het opbouwen van een kennisbasis jaren vergt.¹⁶⁶ Het lijkt dan ook onverstandig bestaande specialisaties te gemakkelijk op te geven en in te ruilen voor nieuwe, zeker omdat een relatief klein land als Nederland wel keuzes moet maken en het jaren kan duren voordat een markt ontstaat voor satelliettoepassingen. Het is dan ook onlogisch om een toppositie

¹⁶⁵ In het kader van het Nederlandse EU-voorzitterschap zijn papers geschreven over de beperkingen die wetgeving op dit moment met zich mee brengt voor het gebruik van satellietdata, bij thema's als luchtkwaliteit, autonoom rijden en monitoring van Europees landbouwbeleid. Een parapludocument is ingebracht in EU-verband, waarmee Nederland bij kan dragen aan bijvoorbeeld de aankomende European Space Strategy waaraan de Europese commissie momenteel werkt. Het centrale idee is dat "better regulation" ook meer kansen kan bieden voor het beter benutten van satellietdata.

¹⁶⁶ Gesprekspartners en de meest recente evaluatie van het ruimteonderzoek door de KNAW (2006-2011) geven bijvoorbeeld aan dat een 'nieuwe' bestaande sterkte als planeetonderzoek al 15 jaar meeloopt, en nog steeds als een opkomend en groeiend domein wordt gezien. Dit pleit ervoor om niet te makkelijk te switchen in lange termijn visies aangezien veel bestaande sterktes nog steeds op de grootste groei wachten, en het dus zeer lang duurt voordat een nieuwe sterkte écht tot wasdom komt.

op een thema in te ruilen voor een 'startpositie' in een ander domein.¹⁶⁷ Het is te overwegen een vast (beperkt) deel van budget te reserveren voor investeringen in nieuwe thema's.

Een laatste afweging is de **governance van het ruimtevaartbeleid**. Momenteel is EZ het coördinerend beleidsministerie en NSO de belangrijkste uitvoerder van het flankerende ruimtevaartbeleid. De meeste beleidsexpertise is hier geconcentreerd. Wat echter opvalt, is dat een aantal ministeries dat zou kunnen profiteren van ruimtevaart toepassingen zoals IenM, maar ook VenJ en BuZa nog een relatief bescheiden rol spelen in het ruimtevaartbeleid, zowel budgettair als beleidsmatig. Suggesties van onze kant op dit punt zijn om het bewustzijn en beschikbare expertise bij de diverse vakdepartementen als het gaat om de verschillende toepassingsmogelijkheden van het gebruik van satellietdata en -toepassingen in hun respectievelijke domeinen, te vergroten.

¹⁶⁷ Luchtkwaliteit en klimaat is bijvoorbeeld een bewezen sterkte met een bestaande reeks van instrumenten. Bundel de systeemkracht en pas daarbij op voor versnippering. Er is jarenlang in geïnvesteerd en het is nu vooral zaak te profiteren van de opgebouwde kennis, data en dataverwerkingsvaardigheden en deze te valoriseren in de vorm van bedrijvigheid en praktische toepassingen.

Bijlage 1. Interviewpartners en deelnemers interactieve sessies

Onderstaande personen zijn geïnterviewd in het kader van deze studie:

- Franco Ongaro – ESA/ESTEC
- Marco Massaro – ESA/ESTEC
- Joerg Wehner – ESA/ESTEC
- Gerard Cornet – SRON
- Arnoud de Jong – Airbus
- Reineke van der Kolk-Timmermans – Airbus
- Han Wensink – Ocean Space Consult/NEVASCO
- Ruud Grim – NSO
- Mark Loos – NSO
- Pieter Levelt – KNMI
- Pepijn Veefkind – KNMI
- Wim Ploeg – IenM
- Frits von Meijenfeldt – EZ

Onderstaande personen hebben deelgenomen aan de workshopbijeenkomst dd. 22 maart 2016:

- Frits von Meijenfeldt
- Nico van Putten – NSO
- Gerard Cornet – SRON
- Gert van der Burg – Geomatica Business Park
- Pieter Levelt – KNMI
- Piet Stammes – KNMI
- Frank Meiboom – Airbus
- Wilfried Boland – NOVA
- May Kerstens – NLR
- Peter Dieleman – NLR
- Rob Beck – NEO
- Hans Harbers – TNO
- Hans Kuiper – TU Delft

Bijlage 2. Bepaling economische impact

In deze bijlage geven we een toelichting op de wijze waarop de economische foto van de ruimtevaartsector in Nederland is bepaald. Eerst gaan we in op de werkgelegenheid en toegevoegde waarde die is vastgesteld bij de ruimtevaartbedrijven zelf (direct en indirect). Daarna gaan we in op de afgeleide impact. Het onderstaande stappenplan is voor alle ruimtevaartorganisaties die in beeld waren gevolgd, behalve voor ESTEC. De impact van ESTEC is los daarvan ingeschat aan de hand van door ESTEC aangeleverde gegevens en een interview.

Toegevoegde waarde en werkgelegenheid bij ruimtevaartbedrijven

Aan de hand van het onderstaande schema werken we de impact van de ruimtevaartbedrijven uit.



Figuur 16. Overzicht economische impactanalyse

Stap 1: de enquête, creëren kengetallen overige sectoren

Op basis van alle bij NSO bekende bedrijven die een relatie met de ruimtevaart hebben zijn 135 bedrijven benaderd. Dit zijn bedrijven die uitnodigingen ontvangen voor NSO-congressen. Hiervan zijn er 60 begonnen aan de enquête. Van deze 60 vielen er 10 af omdat zij niet tot de definitie van de ruimtevaartsector behoorden: ze gebruikten producten (bewerkte data) die voortkwamen uit de sector, maar waren er zelf geen onderdeel van. Nog eens 15 andere bedrijven hebben de vragenlijst onvoldoende afgerond om tot bruikbare antwoorden te komen. Daarmee resteerden er 35 bruikbare vragenlijsten.

Van de partijen die niet waren begonnen aan de enquête bleken er zich er (voor zover via openbare bronnen te achterhalen) nog eens 38 vooral (of alleen) gebruik te maken van

bewerkte satellietdata en konden we dus niet daadwerkelijk tot de ruimtevaartsector rekenen.

Er resulteerden dus 87 organisaties die zich wel met de ruimtevaart bezighielden, waarvan er 35 de enquête (grotendeels) hebben ingevuld. De (voor de foto relevante onderdelen) waar we naar hebben gevraagd zijn:

- 1) Activiteit
- 2) Aantallen werknemers en percentage ruimtevaart gerelateerd
- 3) Loonkosten
- 4) Totale bestedingen
- 5) Onderverdeling totale bestedingen over een aantal posten

Alle 35 organisaties hebben hun activiteit en aantallen ruimtevaart gerelateerde werknemers ingevuld. 31 hebben ook de loonkosten ingevuld en 22 hebben alle onderdelen ingevuld. 3 organisaties hebben niet de loonkosten, maar wel de onderverdeling van de bestedingen over een aantal posten ingevuld.

Tabel12. Aantal organisaties met niveaus informatiebeschikbaarheid

Sector	Aantal medewerkers bekend	Aantal medewerkers & loonkosten	Alle onderdelen	Geen loonkosten wel kostenverdeling
Upstream - Hardware	11	10	9	0
Upstream - Software	3	3	2	0
Downstream - ruwe satellietdata	10	7	3	3
Downstream - Hardware	2	2	1	0
Wetenschap / onderwijs	2	2	2	0
Non-gouvernementele organisatie	0	0	0	0
Overig	7	7	5	0
Totaal	35	31	22	3

Omdat alleen voor de activiteiten downstream – ruwe satellietdata en upstream – hardware een representatief aantal bedrijven de enquête heeft ingevuld, hebben we kengetallen voor deze activiteiten apart bepaald. De overige kengetallen zijn een gemiddelde voor de overige activiteiten.

Tabel 13. Kengetallen ruimtevaartsector*

	Upstream Hardware	- - Downstream ruwe satellietdata	Overig
% kosten naar Imports	13	15	5
Kostenverdeling binnenlandse bestedingen			
% kosten werknemers	56	61	67
% huisvesting	7	8	5
% consumptieve bestedingen	2	4	11
% industriële producten	17	13	3
% zakelijke dienstverlening	12	12	2
% operationele dienstverlening	4	0	3
% Overig	2	2	8
Totaal %	100	100	100
% kosten naar andere ruimtevaartbedrijven	25	0	10
Loonkosten/medewerker	71.369	59.470	68.895
Winst % van totale omzet	8	15	6

* reeds inclusief stap 3

Ook het percentage expats op het totale personeelsbestand is op basis van de enquête bepaald, evenals het aantal buitenlandse bezoeken aan de organisatie en bezoekers van congressen van de organisaties. Deze onderdelen zijn niet per bedrijfsactiviteit bepaald, maar voor de gehele populatie.

Stap 2: Categoriseren naar CBS sector

Om de respons op de enquête te vergroten is alleen naar kosten en niet naar gevoelige informatie als winsten en omzet gevraagd. Om de productiewaarde en toegevoegde waarde van de bedrijven te bepalen, maken we gebruik van sectorale kengetallen van de 2014 input-output tabellen van het CBS. Daartoe hebben we alle bedrijven ingedeeld naar CBS-sector (2-digit, 76 sectoren).

Daarnaast biedt dit een goed kader voor de verhouding tussen werknemers, kosten, loonkosten, productiewaarde (omzet) en exploitatieoverschotten (bruto winsten). De productiewaarde is in beginsel bepaald door (afhankelijk van de beschikbare informatie) het gemiddelde te nemen van de productiewaarde op basis van sectorgegevens volgens vier methoden: loonkosten/productiewaarde, werknemers/productiewaarde, inkoopkosten/productiewaarde, totale kosten (incl. loonkosten)/productiewaarde. In de meeste gevallen zaten de waarden van de verschillende methoden allen rond het gemiddelde (+/- 10%). Indien dat niet het geval is en de methoden ver uit elkaar liepen is een controleslag uitgevoerd (extra check op inconsistentie in antwoorden enquête, juiste toegedeelde sector, logica kostenopbouw type bedrijf, check jaarverslagen indien beschikbaar).

De productiewaarde, minus de totale kosten vormen vervolgens het exploitatieoverschot¹⁶⁸. Het exploitatieoverschot en het loonkosten zijn gelijk aan de toegevoegde waarde.

Tot slot zijn de CBS sectoren gebruikt om de kostenverdeling van de binnenlandse bestedingen over andere sectoren te bepalen voor de indirecte effecten doorrekening (bijvoorbeeld: de post huisvesting bestaat uit o.a. gas, water, licht en de huur van het pand, de post zakelijke dienstverlening uit o.a. ICT, ingenieurs, juridische en financiële dienstverlening, maar de verdeling verschilt per sector). Deze verdere uitsplitsing is ook gebaseerd op de CBS input-output-tabellen van 2014.

Stap 3: Check op en aanvulling met jaarverslagen

Van alle grote organisaties (>50 werknemers ruimtevaart gerelateerd: o.a. TU's, SRON, Airbus) is nagegaan of er openbare jaarverslagen aanwezig waren. Daarin is vastgesteld of de winsten, loonkosten en overige kosten overeen kwamen met de ingeschatte kosten. De jaarverslagen zijn ook gebruikt voor de grotere organisaties die niet de vragenlijst hebben ingevuld. Daarnaast zijn in een workshop met partijen uit de sector de kengetallen gevalideerd. Op basis van deze workshop is een aantal kengetallen aangepast.

Stap 4: Vaststellen kengetallen

Nu de resultaten uit de enquête zijn aangevuld en geverifieerd, kunnen de kengetallen (zoals al gepresenteerd in Tabel 12) worden vastgesteld. Doordat de loonkosten per werknemer bekend zijn, de percentages van de loonkosten t.o.v. alle andere kosten, het aandeel van de bestedingen buiten de ruimtevaartsector, de imports en winstpercentages zijn ingeschat, kan van alle andere bedrijven in een van de drie vastgestelde categorieën op basis van het aantal werknemers ook een inschatting worden gemaakt over het de productiewaarde, inkopen (binnen en buiten de ruimtevaartsector) en toegevoegde waarde.

Stap 5: Data EARSC enquête toevoegen

NEVASCO heeft gegevens aangeleverd uit de EARSC survey met daarin de Nederlandse ruimtevaartbedrijven (downstream) die zich bezighouden met *Earth Observation*. In de EARSC enquête zijn aantallen werknemers en de toegevoegde waarde vastgesteld van de bedrijven. De gegevens zijn geaggregeerd aangeleverd, maar we weten wel uit welke bedrijven deze geaggregeerde gegevens bestaan.

Uit de lijst met geënquêteerde bedrijven bleek dat er een kleine overlap tussen de bedrijven in de EARSC enquête en de bedrijven in deze studie is. Hiervoor is gecorrigeerd door de impact van de bedrijven die we in onze enquête al hadden meegenomen, af te trekken van de impact van de bedrijven uit de EARSC survey.

Daarnaast zijn onze enquêteresultaten weer gebruikt om productiewaarde en indirecte effecten (bestedingen buiten de ruimtevaartsector) te bepalen.

De bedrijven die in onze enquête wel waren uitgenodigd, maar de enquête niet hebben ingevuld, zijn geschrapt uit de volgende stap (stap 6: immers, hun impact hebben we nu impliciet via de EARSC-survey).

¹⁶⁸ Dit is een vereenvoudiging van de werkelijkheid, ook belastingen en subsidies maken onderdeel uit van het verschil. Maar omdat we alleen de toegevoegde waarde presenteren, de impact op het BBP, werken we deze nuance niet in detail uit.

Stap 6: Werknemers ontbrekende bedrijven inschatten

Van 52 organisaties die wel activiteiten uitvoeren die tot de ruimtevaartsector behoren, hebben we zelf geen gegevens ontvangen en ook maakten ze geen deel uit van de EARSC survey. Van deze organisaties is op basis van web-research en kennis bij NSO een inschatting gemaakt van het aantal werknemers dat zich bezighoudt met ruimtevaartactiviteiten. In totaal betreft het nog ruim 400 werknemers die bij deze bedrijven werken (10% van het totaal, 30% van het totaal excl. ESTEC). Deze bedrijven zijn ook gecategoriseerd naar activiteit en SBI-sector.

Stap 7: Toepassen kengetallen en impact (direct + indirect) berekenen

De kengetallen die we hebben gevonden zijn gebruikt om, afhankelijk van het informatieniveau van het bedrijf, de toegevoegde waarde, winsten en bestedingen naar sectoren in Nederland buiten de ruimtevaartsector te bepalen. Deze laatste post vormde de input voor het input-output-model (gebaseerd op de 2014 Input-output-tabellen van het CBS), om de doorwerking van ruimtevaartsector op andere sectoren in Nederland te bepalen.

Kengetallen zijn alleen gebruikt waar nodig, dus als aanvulling op de beschikbare informatie: als alleen werknemers bekend waren, is alle impact met kengetallen bepaald, was de informatie compleet o.b.v. jaarverslagen, dan zijn er geen kengetallen gebruikt.

Overige aandachtspunten

Ook voor de bestedingen van buitenlandse bezoekers, werknemers en aantallen bezoekers van congressen zijn in de enquête vragen gesteld en zijn de bovenstaande stappen doorgelopen. Hun bestedingen waren ook input voor het input-output model. Voor bestedingen in winkels is een correctie gemaakt: het I/O-model rekent met handelsmarges, oftewel verkoop minus inkoopprijs. Dit is in de detailhandel gemiddeld 32% van de verkoopprijs. Bestedingen van bezoekers aan de detailhandel zijn hiervoor gecorrigeerd.

Tabel 14. Bestedingen buitenlandse bezoekers

	Zakelijk	Privé	
Gemiddelde bestedingen per dag	312	127	(bron: Decisio IGO)

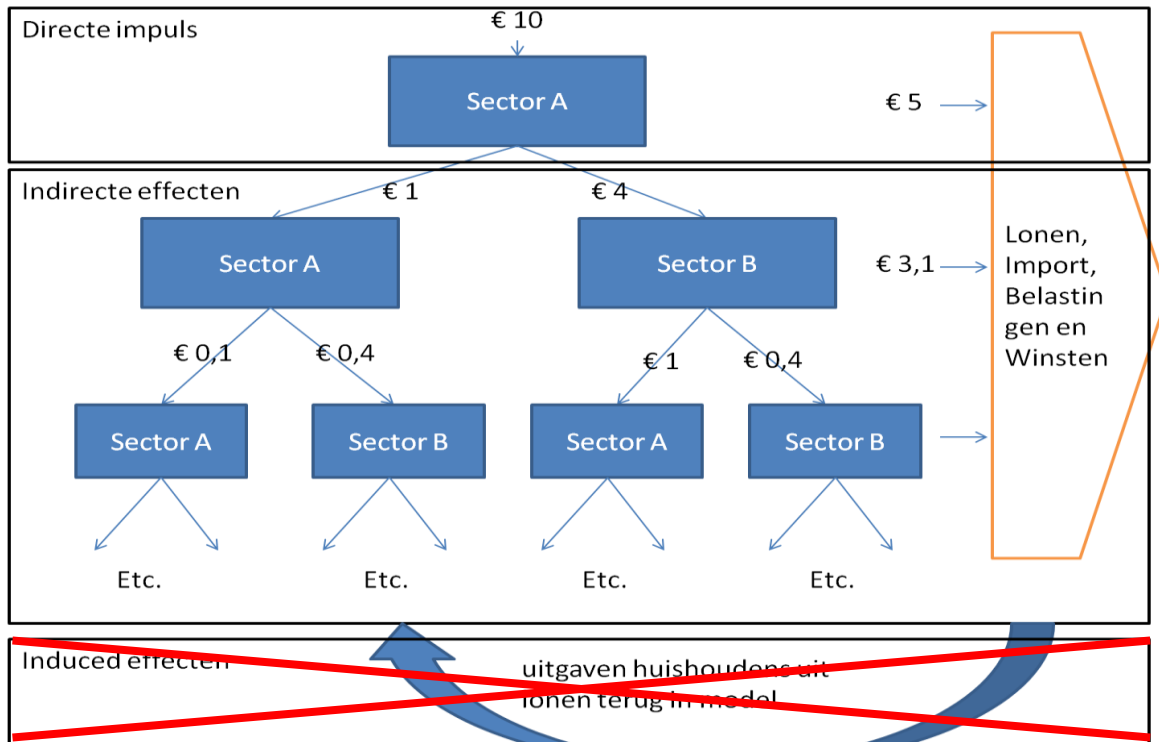
Voor de buitenlandse werknemers is aangenomen dat hun uitgavenpatroon gelijk is aan dat van Nederlandse werknemers, maar dat zij wel 10 procent meer in het buitenland uitgeven als gevolg van meer familiereisjes, familieonderhoud en spaargeld dat terugvloeit naar het buitenland. Omdat de verschillen in inkomen per organisatie tussen buitenlandse en Nederlandse werknemers beperkt waren en ook de respons op de vraag om deze verschillen te verklaren beperkt was, is ervan uitgegaan dat de lonen van beide groepen werknemers (binnen eenzelfde organisatie) gelijk zijn.

INPUT-OUTPUT-analyse

De achterwaartse indirecte economische bijdrage is de bijdrage die de ruimtevaartsector heeft via haar toeleveranciers. Denk aan de werkgelegenheid en de toegevoegde waarde van de accountant die de jaarrekening van ESA-ESTEC controleert of de cateraar die de kantine draait. Vervolgens is de verdere doorwerking ook een indirect effect, denk daarbij aan de bakker die het brood aan de cateraar levert en de meelproducent die het meel aan de bakker levert. Ook bestedingen van buitenlandse bezoekers of bestedingen gelieerd aan

(bezoek van) internationale werknemers die werkzaam zijn in de ruimtevaartsector kunnen tot de achterwaartse economische bijdrage worden gerekend.

Om de doorwerking via de achterwaartse bijdrage te berekenen, gebruiken we het Decisio input/output-model. Dit model is gebaseerd op de meest recente (2014) input-output tabellen van het CBS uit de nationale rekeningen. De tabellen beschrijven de relaties tussen toeleveranciers en afnemers in Nederland¹⁶⁹. Het onderstaande schema geeft een vereenvoudigde weergave van het Decisio-input/output-model. In werkelijkheid bestaat het model uit 76 sectoren (2-digit-SBI). Via het input-output model wordt in eerste instantie de indirecte productiewaarde berekend. Deze wordt vervolgens vertaald in toegevoegde waarde en werknemers op basis van sectorgemiddelden.



Figuur 17. Schema werking Decisio input-output model

¹⁶⁹ Het input-output model is in staat om naast de indirecte effecten (doorwerking via toeleverende bedrijven) ook de geïnduceerde/induced effecten te berekenen. Dit zijn effecten via bestedingen van werknemers bij bedrijven in de ruimtevaartsector en de toeleverende bedrijven. Dit effect laten wij buiten beschouwing, omdat dit een economische impact is waarvan het verband met de aanwezigheid van sector discutabel is, terwijl het risico op dubbelrekeningen zeer groot is. Voor buitenlandse werknemers, waarvoor het aannemelijk is dat ze zonder ruimtevaart niet in Nederland waren geweest, kan een uitzondering worden gemaakt.

Bijlage 3. Survey ruimtevaartsector

Hieronder volgt een uitdraai van de survey die voor deze studie is voorgelegd aan de Nederlandse ruimtevaartsector. Onderdeel A tot en met D hebben bijgedragen aan de economische foto die is opgetekend in hoofdstuk 3. Onderdeel E en F hebben bijgedragen aan de toekomstige ontwikkelen en SWOT-analyse die te vinden zijn in hoofdstuk 5, en de beschrijving van de maatschappelijke baten van toepassingen en ruimteonderzoek in hoofdstuk 4.

Enquête Ruimtevaartsector in Nederland

In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en in samenwerking met IenM, OCW en NSO (National Space Office) onderzoeken Dialogic en Decisio het economische en maatschappelijke belang van ruimtevaart voor Nederland. De resultaten van dit onderzoek zijn input voor de toekomstige besluitvorming over Nederlandse overheidsinvesteringen in ruimtevaartprogramma's. Vanwege het strategische belang van deze studie voor de ruimtevaart in Nederland is uw medewerking zeer belangrijk.

In het onderzoek staan het directe en indirecte economische belang van ruimtevaart centraal (werkgelegenheid en toegevoegde waarde/bijdrage BBP). Ook de maatschappelijke baten voor de Nederlandse samenleving die ontstaan uit ontdekkingen in de ruimtevaart en gegenereerd worden uit toepassingen van satellietdata krijgen aandacht in dit onderzoek. Alle informatie in deze enquête zal vertrouwelijk worden behandeld. Resultaten worden alleen gepresenteerd op geaggregeerd niveau zodat uw antwoorden nooit terug te leiden zullen zijn naar bedrijfsniveau.

Onderdeel A:

In het onderstaande deel vragen we u om achtergrondinformatie over uw organisatie en de activiteiten die u uitvoert. We vragen u daarbij een inschatting welk deel van uw activiteiten gerelateerd is aan de ruimtevaart en welke onderwerpen die betreffen.

Voor de ruimtevaartsector maken we onderscheid in upstream, downstream en overige activiteiten (zoals wetenschap en beleid). We vragen u aan te geven waar uw activiteiten (hoofdzakelijk) plaatsvinden. Upstream en downstream definiëren we daarbij als volgt. Upstream: alles wat te maken heeft met het in de lucht krijgen en houden van ruimtevaartuigen, satellieten en ruimtestations en het ontvangen van data uit de ruimte. Downstream: alles wat te maken heeft met het verwerken van data uit de ruimte.

A.1 Naam organisatie	
A.2 Activiteit ruimtevaartsector Kunt u aangegeven welke categorie het beste past bij de activiteiten van uw organisatie?	<ul style="list-style-type: none">▪ Upstream<ul style="list-style-type: none">○ Hardware: (onderdelen van) ruimtevaartuigen, lanceerinstallaties, satellieten, etc.○ Dienstverlening: ICT en overige dienstverlening▪ Downstream<ul style="list-style-type: none">○ Hardware: systeemleverancier○ Verwerking ruwe satellietdata○ Verwerking bewerkte satellietdata▪ Wetenschap / onderwijs▪ Overheid▪ Non-gouvernementele organisatie▪ Overig, namelijk:

A.3 Aantal medewerkers in 2014	
Totaal aantal medewerkers (fte)	..
Waarvan ruimtevaart gerelateerd (%)	..%
A.4 Ruimtevaart gerelateerde medewerkers 2014	
Kunt u een inschatting geven van:	
▪ Gemiddelde jaarlijkse loonkosten per werknemer (€)	.. €
▪ Aandeel hoogopgeleiden (universiteit)	..%
▪ Aandeel laagopgeleiden (max. MBO 1/ISCED 2)	..%
▪ Percentage expats	..%
▪ Gemiddelde loonkosten buitenlandse werknemers (€)	..€

Onderdeel B: bestedingen

In het onderstaande deel vragen we u een indicatie te geven van de bestedingen van uw organisatie. We begrijpen dat dit vertrouwelijke informatie is en zullen er ook als dusdanig mee omgaan. Uw antwoorden worden alleen gebruikt om resultaten in het onderzoek op geaggregeerd niveau te construeren. We vragen u de onderstaande gegevens voor zover als mogelijk in te vullen, als u het niet precies weet, zijn we met een ruwe schatting ook al zeer geholpen.

B.1 Uitgaven 2014	
Hoe hoog waren de uitgaven (van het ruimtevaart gerelateerde deel) van uw organisatie? Kunt u een inschatting maken van alle kosten (inclusief personeel, huisvesting, etc.) van uw organisatie? €
B.2 Uitsplitsing uitgaven	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Welk deel van uw uitgaven betreft import van goederen en diensten (oftewel uitgaven aan buitenlandse leveranciers of van uw bedrijf in het buitenland tijdens reizen) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ .. %
Van uw uitgaven in Nederland, kunt u een onderscheid maken naar uitgaven aan de volgende onderstaande posten? (De posten dienen op te tellen tot 100%.) Bij vaste activa (zoals machines) vragen we u om niet	

<p>de feitelijke uitgaven maar de <i>afschrijvingskosten</i> mee te nemen.</p> <p>Werknemers (inclusief pensioenen en sociale verzekeringen)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Huisvesting (huur, gas, water, elektriciteit) ▪ Consumptieve bestedingen (office supplies, leaseauto's, etc.) ▪ Industriële producten (machines, halffabrikaten, halffabrikaten) ▪ Uitbestede zakelijke dienstverlening (ICT, accountancy, vertaling, juridische dienstverlening, etc.) ▪ Uitbestede operationele dienstverlening (beveiliging, catering, schoonmaak, etc.) ▪ Overig (namelijk, ...?) ▪ Welk deel van uw uitgaven in Nederland besteedt u aan andere partijen in de ruimtevaartsector? 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ .. % ▪ .. % ▪ .. % ▪ .. % ▪ .. % ▪ .. % ▪ .. %
---	--

Onderdeel C: buitenlandse bezoekers/gasten

De onderstaande vragen zijn alleen van toepassing indien u regelmatig buitenlandse klanten of samenwerkingspartners ontvangt of seminars en congressen organiseert.

<p>C.1 Buitenlandse bezoekers</p> <p>Kunt u een inschatting geven van het aantal buitenlandse bezoekers dat uw organisatie heeft ontvangen in 2014?</p> <p>Hoelang verbleven deze bezoekers gemiddeld? (Aantal nachten)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ .. ▪ ..
<p>C.2 Congressen, seminars</p> <p>Hoeveel internationale congressen en seminars heeft u georganiseerd in 2014?</p> <p>Hoeveel bezoekers hebben deze congressen bezocht in totaal?</p> <p>Welk deel hiervan betrof buitenlandse bezoekers? (%)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ .. ▪ .. ▪ ..%

Onderdeel D: belang ESTEC

We willen graag een indruk krijgen in hoeverre ESTEC wel/niet verweven is met spelers uit het Nederlandse ruimtevaartcluster. Om die reden leggen we u hierover twee vragen voor.

<p>D.1 Relatie ESTEC</p> <p>Wat is de relatie van uw organisatie met ESTEC? [meerdere antwoorden mogelijk]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ ESTEC is een bescheiden afnemer van mijn organisatie ○ ESTEC is een belangrijke afnemer van mijn organisatie ○ ESTEC is een bescheiden toeleverancier (producten of kennis) van mijn organisatie ○ ESTEC is een belangrijke toeleverancier (producten of kennis) van mijn organisatie ○ ESTEC is een samenwerkingspartner in R&D/kennisprojecten ○ Mijn organisatie maakt gebruik van de faciliteiten van ESTEC ○ Mijn organisatie heeft niet of nauwelijks een relatie met ESTEC. ○ Anders, namelijk..
<p>D.2 Belang ESTEC voor uw organisatie</p> <p>Zou uw onderneming/organisatie hebben bestaan én actief zijn in Nederland als ESTEC niet was gevestigd in Nederland?</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ja ○ Ja, maar zeer waarschijnlijk kleiner van omvang ○ Nee ○ Weet niet / geen mening

Onderdeel E: wetenschap

We willen graag een indruk krijgen van de impact die die wetenschappelijk onderzoek zoals uitgevoerd aan Nederlandse kennisinstellingen (zowel instellingen voor hoger onderwijs alsook instellingen voor zuiver en toegepast wetenschappelijk onderzoek) heeft op de ruimtevaart-gerelateerde bedrijvigheid in Nederland.

<p>E.1 Gebruik kennisinstellingen</p> <p>In welke mate maakt uw organisatie gebruik van recente (afgelopen 3 jaar), ruimtevaart gerelateerde wetenschappelijke inzichten afkomstig van kennisinstellingen uit Nederland?</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 5 punts schaal
<p>E.2 Belang verschillende wetenschappelijke deelgebieden voor uw organisatie</p> <p>[alleen indien - enig - gebruik bij vraag E1]</p> <p>Uit welke wetenschappelijke deelgebieden waren die inzichten</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Astronomie ○ Planeetonderzoek ○ Aardobservatie: atmosfeer ○ Aardobservatie: water ○ Aardobservatie: vaste aarde ○ Aardobservatie: landprocessen ○ Aardobservatie: combinatie

afkomstig [meerdere antwoorden mogelijk]	
---	--

Onderdeel F: open vragen en beleidscontext

In de onderstaande vragen proberen we meer inzicht te krijgen in de eventuele spin-offs van uw organisatie, de ruimere doorwerking van uw producten en diensten in de rest van de maatschappij en de toekomstontwikkelingen. Tot slot zijn we geïnteresseerd in de rol die de overheid hierin speelt of volgens u zou moeten spelen.

<p>F.1 Spin-offs</p> <p>Zijn er spin-off activiteiten of bedrijven voortgekomen uit de ruimtevaartactiviteiten van uw organisatie? (kunt u deze noemen?)</p>
<p>F.2 Ruimere doorwerking</p> <p>Hoe profiteren Nederlandse burgers en bedrijven van de ruimtevaartactiviteiten van uw organisatie? Welke toepassingen of uitvindingen resulterend uit uw inspanningen zijn doorgedrongen tot de rest van de maatschappij?</p>
<p>F.3. Verwachtingen, kansen, bedreigingen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Welke ontwikkelingen beschouwt uw organisatie als de belangrijkste kans voor het Nederlandse ruimtevaartcluster voor de komende 10-20 jaar? ▪ Welke ontwikkelingen beschouwt uw organisatie als de belangrijkste bedreiging voor het Nederlandse ruimtevaartcluster voor de komende 10-20 jaar?
<p>F.4 Belang rol overheid</p> <p>In hoeverre vervult de overheid een belangrijk rol voor 1) uw bedrijf en 2) de sector? (schaal 1 – 5)</p> <p>Geef antwoord op de volgende stellingen: de overheid vervult een belangrijke rol voor 1) mijn bedrijf en 2) de sector met betrekking tot..</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Financiering (Innovatiekrediet, Seed Capital-regeling, Vroege fase Financiering) ○ Fiscale R&D en innovatiestimulering (WBSO, RDA, Innovatiebox) ○ Ontwikkelingsprogramma's ESTEC (PRODEX, GSTP, etc) ○ Europese subsidie (KP7, H2020, etc.) ○ Beschikbaar stellen satellietdata / open data portal ○ Overheidsaankopen (ruimtevaart gerelateerd) ○ Financieren van wetenschappelijk onderzoek (ruimtevaart gerelateerd) ○ Aansturen/"richten" van aard en type wetenschappelijk onderzoek ○ Verspreiding/Valorisatie van resultaten van wetenschappelijke onderzoek ○ Netwerk/Clustervorming ondersteunt door de overheid ○ Gezamenlijk uitvoeren van toekomstverkenningen/roadmaps ○ Anders, te weten ...
<p>Persoonlijk gesprek</p> <p>Bent u bereid om in een persoonlijk gesprek een verdere toelichting op uw antwoorden te geven?</p>

Zo ja, kun u dan hieronder uw contactgegevens achterlaten:

- Naam
- Telefoonnummer
- E-mailadres

**Beschikt uw organisatie over een financieel jaarverslag dat u met ons kunt delen?
Zo ja, gelieve deze te mailen naar erven@dialogic.nl**

Bijlage 4. Casestudies: ruimtevaarttoepassingen

Case 1: Precisielandbouw

Precisielandbouw is een data-gedreven vorm van landbouw, waarbij de juiste actie ondernomen kan worden op de juiste plek en tijd. Precisielandbouw is mogelijk door het gebruik van onder meer plaatsbepaling, landmonitoring en beslissingsondersteunende systemen. Het 'preciezer' kunnen bedrijven van landbouw heeft diverse voordelen. Veel genoemde voordelen zijn het besparen van tijd en arbeid, het besparen van inputs zoals water, mest en brandstof, het verbeteren van de grondkwaliteit (bijv. reduceren van grondverdichting), het behalen van hogere gewasopbrengsten, het verbeteren van de gewaskwaliteit (bijv. bevorderen eiwitten), en milieu- en duurzaamheidswinsten (o.a. door een reductie in het wegvloeien van stikstof). Er zijn tevens aanwijzingen voor positieve effecten op de vruchtbaarheid van de grond, wat ook gunstig is voor gewasopbrengsten op de lange termijn¹⁷⁰. Naast economische voordelen kent precisielandbouw dus ook een aantal bredere maatschappelijke voordelen, onder andere op het gebied van duurzaamheid, milieu, en voedselschaarste.

In de roadmap 'Dagelijks gebruik van satellietdata voor precisielandbouw' worden vier vormen van informatiebehoefte in de landbouw onderscheiden¹⁷¹:

1. *Mapping*: in kaart brengen van de resources en referentiegegevens
2. *Sensing*: verzamelen/verkrijgen van stuurinformatie
3. *Guidance*: informatie t.b.v. taakondersteuning en Location Based Services
4. *Tracking*: registreren van activiteiten en handelingen

Deze verschillende vormen van informatiebehoefte hebben zich inmiddels vertaald in een breed scala aan precisielandbouwtoepassingen, waarbij ruimtevaarttechnologie vaak een rol speelt. Op hoofdlijnen bestaat deze rol enerzijds uit [1] het faciliteren van plaatsbepaling en navigatie, en anderzijds uit [2] het aanleveren van relevante informatie als resultaat van aardobservatie.

Voor plaatsbepaling en navigatie in de landbouw wordt momenteel met name gebruik gemaakt van het Global Positioning System (GPS)¹⁷². GPS heeft echter 'maar' een nauwkeurigheid van 5-10 meter, waardoor veel systemen in de precisielandbouw gebruik maken van geavanceerdere vormen van GPS, namelijk DGPS (Differential Global Positioning System) en RTK (Real Time Kinematic). DPGS en RTK kunnen nauwkeurigheden bereiken van respectievelijk circa 2 meter en 2 centimeter.

Het bieden van informatie middels aardobservatie door satellieten wordt ook wel Remote Sensing genoemd¹⁷³. Hierbij wordt meestal gebruik gemaakt van optische en infrarood sensoren die variaties in gewassen in beeld kunnen brengen¹⁷⁴. Door verschillen in de gemeten gewasreflectie kunnen indicaties gegeven worden voor de variatie in

¹⁷⁰ Precision Agriculture Economics, <http://www.farms.com/precision-agriculture/economics/>

¹⁷¹ Van der Wal, AeroVision BV (2014), Dagelijks gebruik van satellietdata voor precisielandbouw.

¹⁷² Sommige aanbieders van precisielandbouwproducten faciliteren ook het gebruik van GLONASS, een Russisch satellietplaatsbepalingssysteem. Zie bijvoorbeeld <http://www.movertk.nl/>

¹⁷³ Remote Sensing kan ook plaatsvinden met alternatieven zoals vliegtuigen en drones.

¹⁷⁴ In sommige situaties wordt Remote Sensing op basis van radar ingezet, welke gebruik maakt van radiogolven.

gewasvitaliteit, en kunnen kwantitatieve eigenschappen zoals bovengrondse biomassa, de Leaf Area Index (LAI) en stikstof in de bovenste bladlaag in beeld gebracht worden¹⁷⁵. Er zijn verschillende zogenaamde 'vegetatie-indices' ontwikkeld; allemaal met hun eigen focus (bijv. biomassa, chlorofyl of stikstof). Deze indices kunnen in de precisielandbouw gebruikt worden om optimaler om te gaan met de landbouwgrond, bijvoorbeeld door lokaal toegesneden hoeveelheden water en mest aan te brengen. Een (aanzienlijk) probleem met betrekking tot aardobservatie (in Nederland), is dat bewolking het moeilijk/onmogelijk maakt om gebruik te maken van optische en thermische straling. Met andere woorden, helder weer is vereist voor het uitvoeren van goede metingen. Een manier om toch metingen te kunnen doen bij bewolking is door gebruik te maken van radarsatellieten. Deze technologie is echter nog niet matuur en kent ook zo zijn beperkingen. De verschillende technologieën kunnen deels als substituuut gebruikt worden, maar zijn gedeeltelijk ook juist complementair.

In Tabel 15 wordt een aantal verschillende precisielandbouwtoepassingen op een rij gezet, alsmede de rol van ruimtevaart bij deze toepassingen¹⁷⁶:

¹⁷⁵ KEC Engineering & Consultancy (2014), Verkenning Precisielandbouw & RPAS, RPAS Kenniscentrum.

¹⁷⁶ Gebaseerd op o.a. [1] S.M. Pedersen et al. (2009), Report on initial costs structure and factor productivity - Potential savings/benefits from better precision farming and information management, en [2] Van der Wal, AeroVision BV (2014), Dagelijks gebruik van satellietdata voor precisielandbouw.

Tabel 15. Precisielandbouwtoepassingen en de rol van ruimtevaarttechnologie

Toepassing	Type	Plaatsbepaling / navigatie	Aardobservatie
Automatische sturing en route-optimalisatie / tractor- en machinegeleiding	Guidance	v	x
'Tramlining' (in slim gekozen lijnen rijden voor grondverdichtingreductie)	Guidance	v	x
Planning van mestaanbrenging & variabele mestaanbrenging: 'Variable Rate Application (VRA)	Sensing + Guidance	v	v
Variabel herbicide-sproeien (VRA)	Sensing + Guidance	v	v
Precisie-irrigatie (VRA)	Sensing + Guidance	x	v
'Variable rate cultivation' op basis van grondkaarten (bijv. kleiherkenning)	Sensing + Guidance	v	v
Optimaliseren oogstlogistiek m.b.v. 'vlootmanagement' (processen waarbij meerdere machines tegelijk ingezet worden)	Guidance	v	x
'Variable rate seeding'	Sensing + Guidance	v	v
Variabele bekalking	Sensing + Guidance	v	v
Draadloos beweiden (voor vee)	Mapping + Guidance	v	v
Loofdoding	Sensing + Guidance	v	v
Landgebruiksmonitoring en zonerings	Mapping	x	v

De toepassingen hebben veelal betrekking op de akkerbouw, waar precisielandbouw relatief wat verder is doorgevoerd. Maar precisielandbouw wordt ook ingezet voor de veeteelt. Zo kan precisielandbouw bijvoorbeeld bijdragen bij het efficiënt telen van ruwvoer of bij het efficiënt weiden (o.a. afstemming van grasaanbod, grasopname en bijvoeding).

Kwantificering van de kosten en baten

Precisielandbouw kent een variëteit aan kosten en baten. De kosten lijken binnen een goed afgebakende context relatief goed in kaart gebracht te kunnen worden, terwijl de baten vaak moeilijk hard te maken zijn. Dit is ook één van de factoren die massale adoptie van precisielandbouwtoepassingen in de weg staat; boeren weten niet zeker of de nieuwe toepassingen de investeringen waard zijn.

Hieronder zullen we eerst aangeven wat de voornaamste uitdagingen en beperkingen zijn bij het vaststellen van de kosten en baten, en zullen vervolgens een indicatie van de kosten en baten geven, gegeven deze beperkingen.

Uitdagingen en beperkingen bij het kwantificeren van de kosten en baten

Het kwantificeren van de kosten van precisielandbouw wordt in veel situaties goed mogelijk geacht. Veel kostenposten zijn namelijk vrij goed bekend. Zo zul je voor tractorgeleiding een zogenaamd 'auto guidance system' moeten aanschaffen, moet dit geïnstalleerd worden, zal er zo nu en dan onderhoud moeten plaatsvinden, moet een referentiekartaat beschikbaar zijn, moet software aangeschaft worden, en zullen er kosten gemaakt worden voor de training om met het systeem om te gaan. Afhankelijk van de specifieke situatie van de boer en de prijsstelling van betrokken aanbieders, kan een vrij gedetailleerd kostenplaatje gemaakt worden. Wel is het lastig om in generieke zin uitspraken te doen over 'de' kosten van precisielandbouw, omdat dit onder meer afhangt van de specifieke toepassingen die geadopteerd worden, de achterliggende technologie (bijv. drones/satellieten/vliegtuigen of DGPS/RTK), de aanbieders van de precisielandbouwtoepassingen, de schaal van de landbouwactiviteit en de schaal van de toepassing bij de gebruiker, de digitale vaardigheden van de gebruiker, en het moment waarop je instapt in de markt. Uitspraken over kosten zijn dus wel vrij accuraat te maken wanneer we inzoomen op een specifieke toepassing in een specifieke context, maar zijn moeilijk te maken wanneer er op generiek niveau over gesproken wordt.

De baten van precisielandbouwtoepassingen zijn om meerdere redenen echter nog veel moeilijker vast te stellen. Zo is vaak namelijk niet bekend wat het resultaat was geweest indien de precisielandbouwtoepassing niet was gebruikt. Is de oogst nu hoger dan in het geval dat VRA van stikstof niet was toegepast en zo ja, hoeveel hoger? Hoeveel vermindering van overlap en gemiste stukken land bij de landbewerking is nu echt bereikt, en wat levert dat op? Simpelweg de oogst meten en dit vergelijken met aanpalende stukken land of oogsten in andere jaren is geen betrouwbare methode, omdat er vele andere factoren invloed hebben op de oogst; denk bijvoorbeeld aan droogte, vorst, hagel, ziekten, grondsamenstelling en lokale verschillen in grondvruchtbaarheid. *De (additionele) opbrengsten meten als resultaat van precisielandbouwtoepassingen vergt gefundeerd onderzoek, waarbij rekening gehouden wordt met al die factoren.*

Ten tweede *opereren precisielandbouwtoepassingen vaak niet in isolement, en hebben ze onderlinge invloed op de werking en de hieruit voortkomende baten.* Zo zal enkel een kaart van het stikstofniveau in gewassen niet direct resulteren in (additionele) baten. Maar wordt deze kaart in combinatie gebruikt met een nauwkeurig positioneringssysteem en een VRA-systeem, dan kan de opbrengst van de gewassen substantieel vergroot worden.

Een derde belangrijke factor betreft *de (digitale) kennis en vaardigheden van de gebruiker*, die benodigd zijn om optimaal om te gaan met de toepassingen. Zo gebruiken veel precisielandbouwsystemen verschillende datalagen of 'data layers' (bijv. laag met het veld, laag met de planten, laag met de zaden e.d.), die goed geconfigureerd moeten worden om het systeem goed te laten functioneren. Gebeurt dit niet, dan kan het systeem visueel aantrekkelijke kaartjes presenteren, maar hebben deze geen, weinig of zelfs een negatieve waarde. En de informatie die de (guidance) systemen geven moeten goed geïnterpreteerd worden en op adequate wijze vertaald worden naar concrete acties en handelingen. Een voorbeeld waarin dit verkeerd gaat is dat men de 'Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)' gebruikt als basis voor 'variabele rate application' van stikstof¹⁷⁷. Hoewel de NDVI een goede maat is voor plantproductiviteit, zegt het niet direct iets over de stikstofbehoefte van een plant. Zo kan het zijn dat plantengroei watergelimiteerd is en niet stikstofgelimiteerd, waardoor de productiviteit relatief laag is. Op basis van de NDVI zou een suggestie kunnen zijn om op dit 'slecht' presterend stuk land meer stikstof toe te voegen, terwijl dit het waterprobleem verder kan versterken en de opbrengst als gevolg zelfs kan laten slinken. Dit voorbeeld illustreert het feit dat het correct gebruiken van een

¹⁷⁷ <http://www.farms.com/precision-agriculture/economics/>

precisielandbouwtoepassing net zo belangrijk kan zijn voor de opbrengst als de toepassing zelf. Gebruikerskennis en –vaardigheden, en de variatie hierin, maken het daarmee zeer lastig om 'de' baten vast te stellen.

Een bijkomende complicerende factor is dat de *potentiële voordelen van precisielandbouw afhankelijk zijn van de reeds bestaande kosten en opbrengsten*. Zo zijn de opbrengsten per hectare in Nederland (door good practices) substantieel hoger dan in veel Afrikaanse landen. In Nederland kan het daarmee in theorie minder meeropbrengsten bieden, waarmee het een eigenschap heeft van de wet van de remmende voorsprong. Het is dus onmogelijk om een generieke uitspraak te doen over mogelijke baten per vierkante meter.

De *kwaliteit van (sommige) precisielandbouwtoepassingen is variabel*. Zo zullen lange perioden van bewolking met veel meetmethoden laagwaardige data opleveren. Ook is de data afhankelijk van het aantal metingen in de tijd (i.e. temporele resolutie); satellieten die vaker 'voorbij komen' en de inzet van meerdere satellieten ten behoeve van de datageneratie kunnen tot rijkere data leiden.

Tenslotte is een bijkomende uitdaging om (een aandeel van) de baten van precisielandbouw te *attribueren aan ruimtevaarttechnologie*. Meerdere toepassingen maken weliswaar gebruik van satellietplaatsbepaling of aardobservatie, maar dit zijn niet de enige elementen binnen deze toepassingen. Zo maken toepassingen bijvoorbeeld ook gebruik van software, elektrotechniek, werktuigbouw, design en zelfs de integratie van de onderdelen op zichzelf. Het is niet eenduidig welk deel van de baten toe te schrijven zijn aan ruimtevaart of aan andere onderdelen van de toepassing. En wanneer er ook (concrete) alternatieven zijn voor satellieten (in sommige gevallen drones en vliegtuigen), kan naar de baten in absolute zin gekeken worden, maar ook naar de additionele baten of kostenreductie van ruimtevaartgebaseerde toepassingen ten opzichte van alternatieve toepassingen.

Gegeven deze beperkingen in het meten van de kosten en baten, zullen we hieronder een indicatie proberen te geven van de kosten en baten van precisielandbouw, en de rol van de ruimtevaart hierin.

Inschatting van de kosten en baten

Een indicator voor de waarde van precisielandbouw is de marktomvang van deze technologie en toepassingen. Volgens onderzoek van Roland Berger is de omvang van de globale markt van precisielandbouw 2,3 miljard euro aan het eind van 2014¹⁷⁸. De experts verwachten een jaarlijkse groei van 12% tot aan 2020, en zelfs een 20% jaarlijkse groei in Azië. Europa en de Verenigde Staten zijn de grootste markten voor innovatieve toepassingen, en kunnen hiermee worden gezien als broedplaatsen voor innovatie. BIS Research schat de markt in op 3,43 miljard dollar (circa 3,08 miljard euro) in 2015, en verwacht met een jaarlijkse groei van 13,09% een markt van 6,34 miljard dollar in 2022¹⁷⁹. Deze cijfers hebben betrekking op de totale markt voor precisielandbouw; het aandeel van deze markt dat te attribueren is aan ruimtevaarttechnologie is geen 100%. Desalniettemin, gezien het feit dat ruimtevaarttechnologie een belangrijk bouwblok is voor deze markt, zijn de (economische) baten dus substantieel. De verwachting is immers dat deze investeringen worden terugverdiend door de agrarische bedrijven, anders zouden ze ze niet doen.

Dat de markt mondiaal is blijkt ook uit het programma 'Geodata for Agriculture and Water (G4AW)', uitgevoerd door NSO in opdracht van het ministerie van Buitenlandse Zaken. In

¹⁷⁸ Roland Berger (2015), http://www.rolandberger.com/press_releases/market_for_smart_agriculture_applications_growing.html

¹⁷⁹ <http://www.q-riousmarketing.nl/precisielandbouw-in-2022-50-spelers-634-mld-omzet/>

dit programma wordt de voedselzekerheid in ontwikkelingslanden verbeterd door het gebruik van satellietdata. De onderliggende technologie is zeer high-tech, maar er wordt een vertaling gemaakt naar de dagelijkse praktijk van lokale boeren, om het voor hen bruikbaar te maken. De precisielandbouwtoepassingen die gebruikt worden zijn in deze context hierdoorwat 'eenvoudiger' dan toepassingen in de Westerse landen; denk bijvoorbeeld aan een SMS-bericht dat de boer adviseert om nog een week te wachten met het planten van zaaies of het bewateren van het land. G4AW investeert per boer eenmalig ordegrrootte 5 á 10 euro; de verwachte meeropbrengsten kunnen oplopen tot al gauw 100 euro per jaar, wat overeenkomt met een 10% inkomensverbetering bij een jaarinkomen van 1000 euro. Er zit hiermee veel potentie in de precisielandbouw, en de aanwezige 'rek' is dus met name groot in ontwikkelingslanden.

In een wetenschappelijk onderzoek van CSIRO, uitgevoerd in opdracht van het GRDC (2007), constateren de onderzoekers een kostenbesparing van 4% inputkosten als gevolg van een geleidingssysteem¹⁸⁰. Door het voorkomen van overlap bij het besproeien vinden zij circa 10% besparing op sproeikosten. Het gebruik van variable rate mest management leidde tot voordelen van \$1 tot \$22 per hectare. Typische kapitaalinvesteringen in precisielandbouw verschilden van \$14 per hectare tot \$44 per hectare. Zij vonden baten ten gevolge van precisielandbouw in de range van \$14-\$30 per hectare; de terugverdiëntijd op de investeringen verschilde van 2-5 jaar.

Ook andere onderzoeken duiden op vergelijkbare ordegrroottes van voordelen. Zo schatten Pedersen et al. een kostenbesparing van 3-6% op verschillende voedingsstoffen en brandstof ten gevolge van RTK autogeleidingssystemen¹⁸¹. Kunz, Weber en Gerhards (2015) vinden een additionele 2-4% reductie van onkruid ten gevolge van automatische stuursystemen¹⁸². Ook vinden zij een snelheidstoename in het onkruid verwijderen van 4 km per uur met conventionele technieken tot 7 en 10 km per uur met automatische stuursystemen. Finck (1998) vond een opbrengst van \$34,35 per hectare als gevolg van een GPS gebaseerd managementsysteem, waarbij een belangrijk deel was toe te kennen aan de toename in gewasopbrengst¹⁸³. Een artikel van Jess Lowenberg-DeBoer (2000) noemt een netto opbrengst van \$47,01 per hectare ten gevolge van precisielandbouw¹⁸⁴. AccentureDigital refereert naar een best practice, waarbij boeren gemiddeld 15% meer gewasopbrengst hebben gegenereerd door middel van precisielandbouw¹⁸⁵.

In een recente (meta)studie van de Joint Research Centre van de Europese Commissie noemen zij voordelen van €2,24 per hectare ten gevolge van een geleidingssysteem bij een 500 hectare boerderij in het Verenigd Koninkrijk¹⁸⁶. De baten groeien naarmate complexere systemen gebruikt worden, met potentiële additionele baten van €18-€45 per hectare voor

¹⁸⁰ CSIRO in opdracht van GRDC, 2007, The economic benefits of precision agriculture: case studies from Australian grain farms

¹⁸¹ S.M. Pedersen et al. (2009), Report on initial costs structure and factor productivity - Potential savings/benefits from better precision farming and information management

¹⁸² Christoph Kunz, Jonas Felix Weber and Roland Gerhards (2015), Benefits of Precision Farming Technologies for Mechanical Weed Control in Soybean and Sugar Beet—Comparison of Precision Hoeing with Conventional Mechanical Weed Control

¹⁸³ C. Finck (1998), Precision Can Pay Its Way

¹⁸⁴ Jess Lowenberg-DeBoer (2000), Economic analysis of precision farming

¹⁸⁵ AccentureDigital, 2015 Digital Agriculture: Improving Profitability Accenture Precision Agriculture Service and Connected Crop Solution help the agriculture ecosystem fulfill its potential

¹⁸⁶ JRC (2014), Precision Agriculture: an opportunity for EU farmers - potential support with the cap 2014-2020

wintertarwe. De economische baten van VRA bemesting in Duitsland zaten in de range van €10-€25 per hectare.

In de literatuur wordt ook een kritische kanttekening geplaatst bij de opbrengsten van precisielandbouw¹⁸⁷. Zo is bijvoorbeeld de toepassing van mest-VRA rendabel bij high-value gewassen, maar minder bij low-value gewassen. Er wordt namelijk gesteld dat de kostenbesparing door een reductie in mest beperkt is, terwijl de meeropbrengsten bij laagwaardige gewassen marginaal zijn. Of de investeringen (snel) terugverdiend worden hangt dus ook af van de gewassen die men verbouwt.

Zoals ook eerder benoemd zijn er enorm veel factoren die impact hebben op de kosten en baten van precisielandbouw. Ook zijn deze kosten en baten vaak moeilijk te meten. Desalniettemin wijzen bestaande marktverkenningen en wetenschappelijke onderzoeken op hoofdlijnen in dezelfde richting: de meerwaarde van precisielandbouw is op meerdere plekken aangetoond, er is (als gevolg hiervan) een flinke markt voor precisielandbouw, en deze markt zal verder groeien in de toekomst. Met ruimtevaarttechnologie aan de basis van precisielandbouw, zijn de baten van deze technologie substantieel. Daarbij slaan de economische en maatschappelijke baten van precisielandbouw in grote mate ook neer in het buitenland. Dit betekent dat er veel exportpotentie zit in de technologie; technologie die Nederlandse spelers mede ontwikkelen. Bedrijfswinsten die hiermee behaald worden zijn welvaartseffecten voor Nederland.

Grove inschatting (additionele) baten voor de Nederlandse landbouw

Om een ordegrrootte-inschatting te maken van de Nederlandse baten voor precisielandbouw kijken we hier naar de Nederlandse akkerbouw en de potentiële meeropbrengsten die precisielandbouw kan bieden¹⁸⁸. In de tabel hieronder worden een aantal kenmerken van de Nederlandse akkerbouw gegeven.

¹⁸⁷ Jess Lowenberg-DeBoer (2000), Economic analysis of precision farming

¹⁸⁸ In de literatuur hebben we met name bevindingen voor de akkerbouw aangetroffen, waarmee we een betere inschatting kunnen maken voor deze deelsector. Vanwege praktische redenen ligt hiermee de focus op de akkerbouw bij deze inschatting van de baten.

Tabel 16. Kenmerken Nederlandse akkerbouw. Bron: CBS Statline, Landbouw; economische omvang naar omvangsklasse, hoofdbedrijfstype, regio. SO = standaardopbrengst.

Akkerbouwbedrijven	Aantal bedrijven [#]	Economische omvang (SO) [mln€]	Oppervlakte cultuurgrond [ha]
3.000 tot 25.000 euro SO	5000	53,472	39172
25.000 tot 100.000 euro SO	3405	184,366	88014
100.000 tot 250.000 euro SO	2315	375,398	132292
250.000 tot 500.000 euro SO	1120	384,811	107507
500.000 tot 1.000.000 euro SO	430	284,832	65398
1.000.000 tot 1.500.000 euro SO	90	106,787	22367
1.500.000 tot 3.000.000 euro SO	25	43,774	8686
>= 3.000.000 euro SO	0 ¹⁸⁹	8,276	2114
Totaal	12385	1442	465550
>=100.000 euro SO	3980	1203,878	338364

Investerings in precisielandbouw worden in de regel aantrekkelijker naarmate de omvang van het agrarisch bedrijf toeneemt. Er zijn namelijk veel vaste kosten (zoals de aanschaf van apparatuur) en relatief minder variabele kosten, waardoor er sprake zijn van schaalvoordelen. Voor het maken van een inschatting van de potentiële meeropbrengsten kijken we daarom naar bedrijven met een minimale omvang van 100.000 euro SO (standaard opbrengst).

Voor deze groep bedrijven kunnen op basis van bestaande literatuur inschattingen gemaakt worden over de potentiële meeropbrengsten. Eén manier om dit te doen is om te kijken naar de meeropbrengsten per hectare. In de literatuur worden uiteenlopende meeropbrengsten gerapporteerd, in een range van enkele euro's per hectare tot 50 euro per hectare. Daarbij zijn bij deze schattingen vaak niet alle mogelijke precisielandbouwtoepassingen simultaan gebruikt, wat een mogelijke onderschatting kan geven van het volledig potentieel van precisielandbouw. Afhankelijk van de aannames die gemaakt worden, zullen verwachte opbrengsten laag of hoog uitvallen. De onderstaande tabel geeft een range van potentiële (additionele) baten.

¹⁸⁹ CBS rondt in deze dataset af op vijftallen. Hier gaat het dus om 1 of 2 bedrijven.

Tabel 17. Potentiële jaarlijkse baten geschat vanuit het aantal hectare

Uitgangspunt: 338.364 hectare	
Potentiële winst per hectare	Potentiële winst [mln €]
€ 1	0,34
€ 5	1,69
€ 10	3,38
€ 30	10,15
€ 50	16,92
€ 100	33,84

Zo kan ook een schatting gemaakt op basis van het aantal bedrijven en de potentiële (additionele) winst die zij kunnen maken met behulp van precisielandbouw (Tabel 18), of op basis van de economische omvang en een mogelijke groei hierin (Tabel 19).

Tabel 18. Potentiële jaarlijkse baten geschat vanuit het aantal bedrijven

Uitgangspunt: 3980 bedrijven	
Potentiële additionele winst per bedrijf	Potentiële winst (mln €)
€ 1	0,00
€ 10	0,04
€ 100	0,40
€ 1.000	3,98
€ 10.000	39,80
€ 100.000	398,00

Tabel 19. Potentiële jaarlijkse baten geschat vanuit de economische omvang

Uitgangspunt: economische omvang 1204 mln €	
Potentiële netto toename economische omvang	Potentiële winst (mln €)
0,10%	1,20
0,25%	3,01
0,50%	6,02
1,00%	12,04
2,00%	24,08

Op basis van bevindingen uit de literatuur in combinatie met deze kentallen uit de Nederlandse situatie, is het aannemelijk dat de potentiële (additionele) baten van precisielandbouwtoepassingen voor de landbouw in Nederland op basis van satellietdata, specifiek voor de akkerbouw, een **ordegroote van 10 miljoen euro** per jaar kent. De mate waarin deze potentiële baten reeds gerealiseerd zijn is onbekend.

Maar zoals al eerder gemeld, biedt precisielandbouw in andere delen van de wereld een veel groter potentieel. Dit biedt kansen voor de Nederlandse exportsector, die daarvan kan profiteren. De hogere winsten van deze bedrijven zijn maatschappelijke baten in een MKBA. Maar belangrijker dan deze export- en winstpotentie is dat het de voedselvoorziening in de wereld verbetert. En ook dit is indirect een Nederlands belang. Uiteraard om humanitaire redenen, maar ook om onrust in andere delen van de wereld en grootschalige migratiestromen te voorkomen.

Case 2: Luchtkwaliteit en klimaat

Satellietdata kan worden ingezet voor de meting van luchtkwaliteit- en klimaatgegevens op nationale en mondiale schaal. Met aardobservatiegegevens kan een beter inzicht gegeven worden in de emissie en verspreiding van luchtverontreiniging. Op mondiaal niveau kan gekeken worden naar de huidige en toekomstige staat van het klimaat. Deze data is bruikbaar voor wetenschappelijke inzichten, maar vooral voor de ondersteuning van nationaal, Europees en mondiaal beleid op het gebied van luchtkwaliteit en klimaatveranderingen. Dit kan uiteindelijk leiden tot belangrijke effecten op bijvoorbeeld de gezondheid of klimaatsveranderingen, zoals zeespiegelstijging en woestijnvorming. De baten betreffen dan ook de bijdrage van satellietdata aan de maatschappelijke effecten van beleid ten behoeve van luchtkwaliteit en het klimaat, en de economische effecten die hieruit voort komen. Hoewel er mogelijkheden zijn voor de commerciële sector, is het huidige gebruik van deze toepassingen in het commerciële domein zeer beperkt. In deze casestudie kijken we dan ook hoofdzakelijk naar de maatschappelijke en economische effecten op het gebied van beleidsondersteuning.¹⁹⁰

Nederlandse stakeholders zijn de kennisinstellingen, bedrijven en wetenschappers die bijdragen aan de ontwikkeling van instrumenten, de wetenschappers en kennisinstellingen die de satellietdata gebruiken voor het verwerven van nieuwe inzichten en beleidsmakers die deze inzichten vervolgens toe kunnen passen in beleid. Prominente partijen zijn bijvoorbeeld het KNMI, SRON, TNO, Airbus en het RIVM.

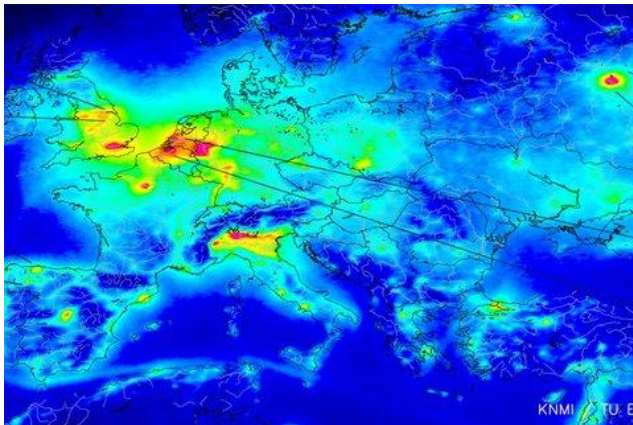
We maken een onderscheid tussen gebruik binnen drie domeinen: 1) het wetenschappelijke domein, 2) het domein luchtkwaliteit, en 3) het domein klimaat. Er is substantiële overlap tussen de data die hiervoor wordt ingezet. Toch benoemen we ze hier afzonderlijk, aangezien het gebruik en de huidige impact in de domeinen verschilt.

Academisch ruimteonderzoek naar luchtkwaliteit en klimaatsveranderingen vormt de basis voor de inzichten in de domeinen luchtkwaliteit en klimaat. Mede dankzij de nationale investeringen in het nationaal flankerend beleid en in satellietmissies als GOME (1995), SCIAMACHY (2002), OMI (2004) en TROPOMI (2016) vormt dit een belangrijke Nederlandse expertise binnen de ruimtevaart, waar Nederland een wereldwijde wetenschappelijke toppositie mee heeft opgebouwd (zie paragraaf 4.1). Hierbij gaat het om instrumentontwikkeling, maar ook om de wetenschappelijke exploitatie van de data die hiermee geproduceerd wordt. Onderzoek naar luchtkwaliteit richt zich op de uitstoot, chemie en depositie van de gassen en deeltjes die een negatief effect op de gezondheid of

¹⁹⁰ De bronnen voor de meeste informatie in deze casestudie zijn interviews met het KNMI, de NSO en: van Oss, R., Veeffkind, P., Loos, M. & Carpay, J. (2014). Roadmap Luchtkwaliteit & Klimaat.

eco-systemen kunnen hebben. Klimaatonderzoek richt zich voornamelijk op de reactie van het klimaatsysteem op de (verontreinigende) activiteiten van de mens.

Maatschappelijk gebruik binnen het domein luchtkwaliteit betreft de ondersteuning van nationaal en Europees beleid met de monitoring van luchtverontreiniging op leefniveau¹⁹¹. Hierbij gaat het om metingen van verontreinigende stoffen als bijvoorbeeld fijnstof, smog, stikstofdioxide, zwaveldioxide, ammoniak en koolmonoxide. Door de emissie en verspreiding van luchtverontreinigende stoffen per Europees land en regio te verduidelijken wordt het in de toekomst beter mogelijk om Europese normen hiervoor te handhaven¹⁹², met een betere luchtkwaliteit tot gevolg. Voorwaarde voor deze benutting is dat de aardobservatiegegevens additioneel zijn ten opzichte van bestaande informatiebronnen die dezelfde type data aanleveren, zoals grondstations. In Nederland is het (fijnmazige) grondnetwerk van relatief hoge kwaliteit. Omdat aan zowel grondmetingen als satellietdata verschillende voor- en nadelen kleven, zal satellietdata altijd complementair zijn.



Figuur 18. Gemiddelde concentratie van stikstofdioxide in Europa in de periode 2005-2009, zoals gemeten met het OMI-instrument. Bron: TU Delft.

Maatschappelijk gebruik binnen het klimaatdomein betreft de ondersteuning van beleid op mondiaal niveau op basis van klimaatwaarnemingen. Hier kunnen verschillende typen data voor worden ingezet. Ten eerste gaat het om de meting van de emissie en verspreiding van luchtverontreinigende stoffen. Hierbij gaat het niet om gegevens op leefniveau, zoals benodigd voor de handhaving van regelgeving voor luchtkwaliteit, maar om mondiale informatie. Informatie met wereldwijde dekking is hier belangrijker dan gedetailleerde metingen op straat- of stadsniveau. Daarnaast wordt informatie ingezet over de samenstelling van de atmosfeer en de ozonlaag. Denk aan de uitstoot van broeikasgassen, ozonafbrekende gassen en aerosolen. Gecombineerd leiden deze twee type metingen tot betere inzichten in de (grootte) van de klimaatproblematiek en het effect van beleid dat erop is gericht om klimaatveranderingen te beperken. Sprekende beelden van bijvoorbeeld de mondiale luchtverontreiniging en het gat in de ozonlaag dragen daarnaast bij aan het op de kaart zetten van deze problematiek voor een groter maatschappelijk publiek. Ook deze bewustwording kan substantiële effecten hebben op de agendering van deze thema's in beleid.

Voor een volledig beeld van de klimaatproblematiek is satellietdata niet genoeg. Het belangrijkste internationale programma op het gebied van klimaatwaarnemingen, GCOS

¹⁹¹ Lucht op leefniveau verwijst naar de luchtlaag die we in het dagelijkse leven inademen, oftewel de 'onderste' luchtlaag.

¹⁹² Op dit moment wordt in Europese normen uitgegaan van grondmetingen. Zie verderop in deze casestudie.

(Global Climate Observing System), heeft een lijst van Essential Climate Variables (ECVs) opgesteld die waargenomen moeten worden voor een volledig beeld van het klimaatsysteem. Naast atmosferische variabelen bevat deze lijst ook variabelen op oceaan- en landniveau, welke veelal met andere meetmethodes verzameld worden. Voor de atmosferische variabelen zijn echter vaak geen traditionele alternatieven beschikbaar, omdat grondstations niet over de gehele wereld dezelfde data kunnen leveren (denk aan afgelegen gebieden zonder een fijnmazig meetnetwerk, oceanen, gebergtes, verschillen tussen landen, etc).

Huidige kosten en baten

De domeinen luchtkwaliteit en klimaat bevatten een redelijk breed spectrum aan te meten variabelen. Toch dragen ze allen bij aan dezelfde output: betere en soms goedkopere inzichten in de in luchtverontreiniging en het klimaatsysteem, die hoofdzakelijk toegepast worden in de vorm van beleidsondersteuning. De baten van deze toepassingen vinden we dan ook in de bijdrage die satellietdata levert aan de effectiviteit van beleidsmaatregelen op het gebied van luchtkwaliteit en klimaat. Het kwantificeren van deze bijdrage is schier onmogelijk, zeker als enkel gekeken wordt naar enkel de *Nederlandse* bijdrage.

In deze paragraaf geven we daarom een breed beeld van de mogelijke maatschappelijke baten. We gaan onderstaand eerst in op de voornaamste uitdagingen en beperkingen bij het vaststellen van de kosten en baten. Vervolgens geven we een indicatie van de kosten en baten, gegeven deze beperkingen. De directe economische baten, oftewel de werkgelegenheid in de domeinen zelf, worden hier buiten beeld gelaten. Deze worden immers meegenomen in de economische foto.

Uitdagingen en beperkingen bij het meten van de kosten en baten

De exacte baten van luchtkwaliteit- en klimaattoepassingen zijn om meerdere redenen zeer moeilijk te kwantificeren. Ten eerste: in bijna alle gevallen is satellietdata complementair aan bestaande meetmethodes. Inzichten op het gebied van luchtkwaliteit en klimaat komen voort uit modellen waar data van verschillende bronnen (satellietdata, grondstations, weerballonnen, etc) input voor leveren. Het belang van satellietdata zal per inzicht verschillen. Dergelijke inzichten zijn dan ook niet 100% te linken aan satellietdata. Ten tweede is de exacte bijdrage van deze inzichten aan beleid(smaatregelen) niet hard te maken. Hoewel het regelmatig aannemelijk is dat een bepaalde maatregel of verdrag tot stand is gekomen door onder meer dergelijke inzichten, zal dit nooit de enige oorzaak zijn. Politieke en economische argumenten zullen in veel gevallen (bijvoorbeeld) een rol spelen.

Een derde factor is dat het exacte effect van beleidsmaatregelen op de luchtkwaliteit en het klimaat moeilijk te bepalen valt. Als de luchtkwaliteit in een bepaalde periode verbetert, is er dan een direct verband te leggen met de verbeterde handhaving van Europese normering op het gebied van luchtkwaliteit? En zo ja, welk aspect daarvan heeft een grote rol gespeeld? Ook is het nog de vraag welke maatschappelijke en economische effecten luchtkwaliteit en het klimaat precies hebben. Het inschatten van de waarde of schade van klimaatveranderingen is een onderzoeksveld op zich. Zelfs als de causale relatie tussen de inzet van satellietdata en effecten op bijvoorbeeld gezondheid of economie is aangetoond, blijft er nog een vijfde punt over: wat is precies de waarde van de Nederlandse bijdrage hieraan geweest, en in hoeverre slaan deze baten neer in Nederland? Als Nederland niet had geïnvesteerd in deze thema's, hadden andere landen de Nederlandse activiteiten dan niet overgenomen? En hoe profiteert Nederland van mondiale baten van ruimtevaarttoepassingen?

Als laatste maken andere landen op dit moment gebruik van satelliettoepassingen waar Nederland deels verantwoordelijk voor is. Dit maakt het aannemelijk dat Nederland hierdoor gemakkelijker op een vergelijkbare manier kan profiteren van toepassingen in andere

domeinen waarin andere landen een grotere rol hebben gespeeld. De waarde hiervan is zeer moeilijk te bepalen maar het kan niettemin substantieel zijn.

Gegeven deze beperkingen zal het kwantificeren van de maatschappelijke baten niet tot betekenisvolle inzichten leiden. Hiervoor is de causale relatie tussen satellietdata en de uiteindelijke impact te onduidelijk, net als de exacte waarde van deze maatschappelijke baten. In onderstaande paragrafen geven we daarom een kwalitatieve *indicatie*. Daarnaast omschrijven we enkele te overwegen argumenten voor het belang van Nederlandse investeringen op deze thema's.

Hier zetten we vervolgens een schatting van de kosten voor de Nederlandse overheid sinds het jaar 2000 tegenover. Het kwantificeren van deze kosten is beter mogelijk; hierbij kan immers gekeken worden naar de ruimtevaartbudgetten die ingezet zijn voor de thema's luchtkwaliteit en klimaat. Toch vormt ook dit een uitdaging. Enkele activiteiten ten behoeve van luchtkwaliteit en klimaat hebben een min of meer afgekaderd en toegewezen budget. Deze thema's worden echter ook ondersteund door meer algemene budgetten in bijvoorbeeld wetenschap en aardobservatie, waarvoor moeilijk is te achterhalen welk onderdeel daarvan een directe bijdrage levert aan de domeinen luchtkwaliteit en klimaat. Met dit in het achterhoofd geven we dan ook een *schatting* van de kosten.

Gebruik en baten wetenschap

Binnen het academische ruimteonderzoek bezit Nederland een wetenschappelijke expertise op het gebied van luchtkwaliteit en klimaat, waarmee Nederland zich door de jaren heen een wereldwijde toppositie heeft verworven (zie 4.1). We onderscheiden twee verschillende invalshoeken waarmee we de waarde van deze positie aan kunnen duiden.

Ten eerste vormt deze expertise de kennisbasis voor de Nederlandse bijdrage aan satelliettoepassingen voor luchtkwaliteit- en klimaatbeleid, waarvan we de waarde in de volgende paragrafen schatten. Zonder de wetenschappelijke kennis in zowel instrumentontwikkeling als de analyse van de data uit deze instrumenten had Nederland deze toepassingen niet tot haar beschikking gehad.¹⁹³ Een tweede invalshoek is dat de Nederlandse overheid de ambitie heeft om wetenschappelijke expertises te verkrijgen en behouden. Internationaal concurrerende wetenschap zien we om verschillende economische en wetenschappelijke redenen als een groot goed (zie 4.1 voor een bredere argumentatie).¹⁹⁴ Dit type expertise is niet makkelijk te verkrijgen, maar het resultaat van gerichte investeringen over meerdere decennia. Er geldt een zekere *padafhankelijkheid*. Met investeringen in de domeinen luchtkwaliteit en klimaat kan Nederland met relatief beperkte middelen een expertise behouden, vergeleken met opkomende wetenschappelijke domeinen waarin een nieuwe expertise vanaf de grond zou moeten worden opgebouwd.

Gebruik en baten luchtkwaliteit

De ruimtelijke resolutie van de meting van luchtkwaliteit met satellietdata is nog niet goed genoeg om tot betrouwbare gegevens van de luchtkwaliteit op leefniveau te komen. Het huidige gebruik in Nederland beperkt zich momenteel dan ook tot indirect gebruik, zoals gegevensinput in luchtkwaliteitsmodellen ter validatie. De directe monitoring van de luchtkwaliteit op leefniveau, voor de handhaving van op Europees niveau vastgestelde luchtkwaliteitsnormen, gebeurt nu met behulp van grondmetingen. Aangezien satellietdata

¹⁹³ Waarschijnlijk zou deze kennis ook door andere landen overgenomen zou kunnen worden. De vraag is echter of we niet de (morele) verplichting hebben om bij te dragen aan de internationale kennisontwikkeling in dit domein (zie ook paragraaf 4.2).

¹⁹⁴ Zie bijvoorbeeld: OCW (2015). Wetenschapsvisie 2025

in Nederland nog niet wordt ingezet voor de handhaving van luchtkwaliteitsnormen zijn de baten hiervan op dit moment nog afwezig.

Vergeleken met het buitenland heeft Nederland een fijnmazig grondnetwerk. Daarnaast heeft Europa stricte normen voor de meting van luchtvervuiling. Niet alleen de kwaliteit hiervan hoort relatief hoog te zijn, ook is op dit moment vastgelegd dat deze data met grondmetingen vergaard moet worden. Beide factoren belemmeren de adoptie van satellietdata. Buiten Europa worden satellietdata wel steeds meer ingezet voor de meting van luchtkwaliteit.

Er zijn mogelijkheden voor de toekomst. Satellietmetingen bieden verschillende voordelen ten opzichte van grondmetingen. Ten eerste biedt satellietdata een veel ruimtelijker beeld, over de landgrenzen heen. Voor grondmetingen geldt vaak dat verschillende landen verschillende instrumenten en meetmethodes hanteren, waardoor metingen sprongen vertonen bij landgrenzen. Een eenduidig meetsysteem (wat satellietdata bij definitie levert) kan betere inzichten opleveren over emissies op Europees niveau, wat voordelen kan hebben bij het vergelijken van de luchtkwaliteit in verschillende landen. Dit kan leiden tot voordelen bij de ontwikkeling en handhaving van Europees beleid op het gebied van luchtvervuiling (met name fijnstof). Ook worden satellietdata niet beperkt door afwezigheid van een deugdelijk grondnetwerk. Hoewel het Nederlandse netwerk uitgebreid is, betekent dit voor Nederland dat ook emissies op bijvoorbeeld de Noordzee in kaart kunnen worden gebracht. Dit kan een veel beter beeld opleveren van de emissies van bijvoorbeeld de scheepvaart. Als laatste is satellietdata ook geschikter om de emissie van actuele, 'onverwachte' brongebieden te detecteren, zoals woestijnzand en vulkanen. Hoewel Nederland zelf niet snel een dergelijk brongebied zal herbergen, kunnen ze wel een impact hebben op Nederland. Monitoring van dergelijke zaken is al enige tijd gangbaar bij vliegtuigmaatschappijen, met veiligere, efficiëntere vliegroutes en minder slijtage aan vliegtuigen als gevolg. Een goed voorbeeld waren de aswolken van de uitbarsting van de IJslandse vulkaan Eyjafjallajúll in 2010, waardoor het Nederlandse vliegverkeer tijdelijk grotendeels stilgelegd moest worden.

De kwaliteit van satellietdata verbetert snel. Hoewel CO₂ lastig te meten blijft, zijn stoffen als SO₂, ozon en fijnstoffen steeds beter in kaart te brengen. Met de komst van TROPOMI zal binnenkort een nieuwe impuls gegeven worden aan de meting van luchtkwaliteit. Op nationaal niveau wordt gewerkt aan LML 2.0, een efficiënter landelijk meetnet voor luchtkwaliteit dat mogelijkheden biedt voor de integratie van satellietgegevens. De verwachting is dat satellietdata in de toekomst ingezet mag en zal worden voor de monitoring en handhaving van Europese milieunormen. In alle gevallen zal deze data complementair blijven aan grondstations; beiden zullen input blijven leveren voor de modellen aan de hand waarvan we luchtkwaliteit monitoren en voorspellen.

De basis voor de baten van satellietdata vinden we dan ook terug in de verbetering van deze modellen en het daaruit resulterende effectievere beleid op het gebied van de bestrijding van luchtverontreiniging. Met de hoge dichtbevolktheid, de haven van Rotterdam, de intensieve landbouw en met sterk geïndustrialiseerde buurlanden is Nederland één van de meest vervuilde regio's van Europa. Nederland is dan ook bij uitstek een land waar de waarde van een effectiever luchtkwaliteitsbeleid omvangrijk is. Het gaat hier om maatschappelijke effecten zoals een verbeterde gemiddelde gezondheid, maar belangrijk is dat deze ook tot grote (doch moeilijk te kwantificeren) economische baten leiden. Enkele voorbeelden: wat is de economische waarde van een stijging van de levensverwachting met 1 jaar, of van COPD patiënten die door betere luchtverontreinigings-voorspellingen enkele jaren langer aan het werk blijven? Wat is de waarde van een kleiner aantal smogalarms per jaar op de bedrijvigheid in een grote stad? Wat is de waarde van een kleiner aandeel van de bevolking met longaandoeningen voor de zorg?

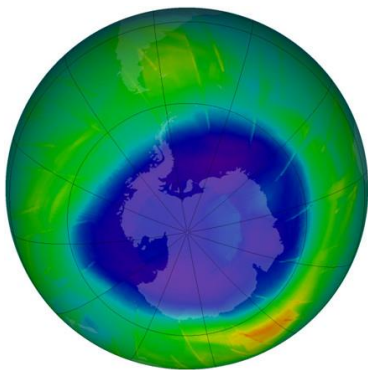
Tenslotte zijn er ook voor de commerciële sector mogelijkheden. Op dit moment vormt het een grote belemmering dat satellietdata nog niet geaccepteerd wordt als een betrouwbare bron voor de handhaving van milieunormen. Indien dit verandert zouden commerciële

partijen met behulp van kleine satellieten in kunnen spelen op de vraag naar gedetailleerde inzichten in luchtverontreiniging op stadsniveau. Hoewel deze mate van detail vaak niet vereist is vanuit Europees beleid, zouden gemeentes of andere regionale instanties hier wel baat bij kunnen hebben. Een tweede kans vinden we in het beschikbaar maken van apps met een gedetailleerd inzicht in de huidige en verwachte luchtverontreiniging in een bepaalde regio, zoals apps als Buienradar dat momenteel doen voor weervoorspellingen.

Gebruik en baten klimaat

Op dit moment is het gebruik van satellietdata voor de ondersteuning van luchtkwaliteitsbeleid beperkt, omdat hiervoor metingen op lokaal niveau nodig zijn. Voor de ondersteuning van klimaatbeleid is dit niet het geval. Metingen van het klimaatsysteem gaan per definitie over mondiale ontwikkelingen, waardoor minder gedetailleerde informatie al bruikbaar is. Om deze reden wordt satellietdata wel al vele jaren ingezet om klimaatbeleid te ondersteunen. Hierbij gaat het om mondiale metingen van luchtverontreiniging, maar ook waarnemingen van de atmosfeer die niet op andere wijze te meten zijn. De grootte en ontwikkeling van de gat in de ozonlaag is hier een goed voorbeeld van (zie Figuur 19). Naast de monitoring van het klimaat worden klimaatmodellen ook gebruikt voor klimaatvoorspellingen, in de vorm van scenario's. Verwacht wordt dat de komende jaren steeds langere tijdreeksen beschikbaar worden, wat het toe laat om klimaatverandering over een periode van 20 tot 30 jaar te volgen.

Een aantal voordelen van satellietdata, zoals hierboven omschreven voor de meting van luchtkwaliteit, komt beter tot hun recht voor klimaatwaarnemingen. Een belangrijk nadeel, de lagere huidige resolutie, is juist van minder belang bij metingen ten behoeve van klimaatveranderingen. Met behulp van objectieve, grensoverschrijdende, wereldwijde data helpt satellietdata in het verkrijgen van inzichten in de impact van de mens op klimaatveranderingen. Op mondiaal niveau hebben grondstations de belangrijke beperking dat niet alleen meetmethodes moeilijk vergelijkbaar zijn over de grenzen heen, maar ook dat omvangrijke delen van de wereld geen meetnet van hoge kwaliteit kennen. Denk bijvoorbeeld aan oceanen, maar ook aan natuurgebieden waar bosbranden een grote impact hebben op de mondiale uitstoot van verontreinigende stoffen. Waar grondmetingen in Nederland en Europa nuttig zijn voor de meting van luchtverontreiniging, zijn grondmetingen dan ook in veel mindere mate geschikt voor waarnemingen van het klimaatsysteem. Het objectieve en wereldwijde karakter van satellietdata leidt tot betrouwbaardere inzichten die niet ter discussie staan, waarmee satellietdata een duidelijke toegevoegde waarde heeft ten opzichte van grondstations.



Figuur 19. Het gat in de ozonlaag in september 2009, zoals gemeten met het OMI-instrument. Bron: NSO.

Ter indicatie van het belang van satellietdata voor het klimaatbeleid lichten we er hier vier belangrijke bijdragen uit. Ten eerste heeft satellietdata een belangrijke rol gespeeld in de bewustwording van de grootte van de klimaatproblematiek. Satellietdata heeft voor een

belangrijk deel bijgedragen aan inzichten in de menselijke impact op de ozonlaag. Deze inzichten hebben geleid tot een mondiaal mitigatiebeleid, gericht op het beperken van uitstoot van broeikasgassen, in de vorm van bijvoorbeeld het UNFCC ¹⁹⁵, het Montrealprotocol, het Kyoto-protocol en het emissiehandelsysteem dat daaruit voortvloeide. Ten tweede hebben latere klimaatwaarnemingen een belangrijke rol gespeeld in de toetsing van deze maatregelen. Met behulp van satellietdata is duidelijk geworden dat mitigatiebeleid een positief effect heeft op de terugdringing van het broeikaseffect. De voortzetting van dit beleid door middel van nieuwe klimaatverdragen is hiermee vergemakkelijkt. Een derde bijdrage vinden we in gedetailleerde inzichten in bronemissies. Met satellietdata is duidelijk geworden welke regio's verantwoordelijk zijn voor de grootste uitstoot. SCIAMACHY was verantwoordelijk voor de eerste inzichten in de mondiale uitstoot van stikstofdioxide. Deze inzichten zijn zeer nuttig gebleken in de onderhandelingen bij klimaatverdragen.

Als laatste hebben klimaatwaarnemingen ook een directe impact op nationaal niveau. Met behulp van satellietdata formuleert het KNMI klimaatscenario's, waarin wordt aangegeven welke klimaatveranderingen in Nederland in de toekomst plausibel zijn. Voorspellingen over de stijging van de zeespiegel liggen aan de basis voor het Deltaprogramma, het programma waarmee de overheid Nederland bestendig wil maken tegen de toekomstige zeespiegelstijging en daarmee het hogere risico op overstromingen. Met het Deltaprogramma is tot 2028 jaarlijks gemiddeld €1,2 miljard gemoeid.¹⁹⁶ Door middel van de klimaatscenario's wordt voorkomen dat Nederland hierin onderinvesteert of overinvesteert. Gezien de grote impact van zeespiegelstijgingen voor een laaggelegen land als Nederland heeft Nederland bovengemiddeld veel belang bij goede inzichten in klimaatveranderingen.

Het is dus zeer goed denkbaar dat de verschillende klimaatverdragen voor een deel zijn toe te rekenen aan de inzichten uit satellietdata. Deze klimaatverdragen hebben geleid tot een terugdringing van activiteiten die het broeikaseffect versterken. Het gat in de ozonlaag is de afgelopen jaren geslonken. Net als met luchtkwaliteitsbeleid geldt dat de maatschappelijke en economische baten hiervan weliswaar moeilijk te kwantificeren zijn, maar niettemin aanzienlijk. Een dunnere ozonlaag leidt bijvoorbeeld tot een toename van de UV-straling, met een toename van het aantal jaarlijkse gevallen van huidkanker en staar als gevolg. De opwarming van de aarde leidt tot woestijnvorming en een stijging van de zeespiegel, waarvan de economische effecten legio zijn (enkele voorbeelden: overstromingen, moeilijker te winnen drinkwater, een terugtrekkende kustlijn, minder mogelijkheden voor de landbouw met armoede als gevolg, etc).

Een belangrijke overweging bij deze baten is: wat als Nederland de afgelopen 20 jaar niet in de toepassing van satellietdata voor klimaatwaarnemingen had geïnvesteerd? Het waarschijnlijke antwoord is dat we alsnog van deze baten hadden kunnen genieten. De klimaatproblematiek is een mondiaal probleem, waardoor de kans groot is dat andere landen de activiteiten van Nederland op zich zouden hebben genomen. In dat geval zou Nederland echter gebruik maken van door anderen ontwikkelde toepassingen zonder zelf in de kosten te delen; Nederland als *free rider*. Op dit moment levert Nederland een substantiële bijdrage in dit domein, maar maakt Nederland ook in sterke mate gebruik van de buitenlandse activiteiten. De afweging is hier in welke mate Nederland deze rol van verantwoord wereldburger wil blijven nemen. Daarnaast maakt de Nederlandse wetenschappelijke expertise in klimaatwaarnemingen het gemakkelijker om inzichten op basis van buitenlandse

¹⁹⁵ United Nations Framework Convention on Climate Change, oftewel het Klimaatverdrag. Het Kyoto-protocol is overeengekomen binnen het kader van het UNFCCC.

¹⁹⁶ <http://www.deltacommissaris.nl/>

investeringen te interpreteren en gebruiken, zowel binnen het klimaatdomein als in andere domeinen. Oftewel, Nederlandse expertise als *entry ticket* tot internationale expertise.

Kosten luchtkwaliteit en klimaat

De maatschappelijke kosten voor de overheid in de ontwikkeling van de domeinen luchtkwaliteit en klimaat sinds het jaar 2000 zijn onder te verdelen in verschillende investeringen. De belangrijkste hiervan zijn OMI, TROPOMI, ruimtevaartactiviteiten van het KNMI, een gedeelte van de het GO-programma en een gedeelte van de ESA-bijdragen. Investeringen in OMI, TROPOMI en het KNMI zijn goed afgebakend, en komen in de periode 2000-2014 uit op ongeveer €162 miljoen. Vanuit het GO-programma is ongeveer €20 miljoen in luchtkwaliteit en klimaat geïnvesteerd.¹⁹⁷ Van de Nederlandse bijdragen aan ESA wordt geschat dat ongeveer 30% van de EOEP- en Copernicus programma's gericht is op luchtkwaliteit en klimaat, waarmee dit sinds 2000 een investering van ongeveer €49 miljoen betreft.¹⁹⁸ In totaal betekent dit dat we schatten dat Nederland in de periode 2000-2015 ongeveer €231 miljoen heeft uitgegeven in de domeinen luchtkwaliteit en klimaat. Hoewel deze uitgaven sterk fluctueren per jaar komt dit uit op een jaarlijkse gemiddelde uitgave van ongeveer €15,4 miljoen.

Conclusie

Satellietdata kan bijdragen aan de monitoring en voorspelling van luchtkwaliteit en klimaat. De grootste baten hiervan vinden we in de vorm van beleidsondersteuning, en daarmee de maatschappelijke en economische effecten van een verbeterd luchtkwaliteit- en klimaatbeleid. Ten eerste kan met behulp van satellietdata luchtverontreiniging op Europees niveau gemeten worden, waarmee Europese luchtkwaliteitsnormen beter gehandhaafd kunnen worden. Hoewel de mogelijkheden veelbelovend zijn, is het huidige gebruik in Nederland nog zeer beperkt. Hiervoor is de kwaliteit van de data nog te laag, en de kwaliteit van het Nederlandse meetnet van grondstations te hoog. Ten tweede is satellietdata nuttig voor mondiale waarnemingen van het klimaat. Dit leidt tot verbeterde inzichten in de mondiale uitstoot van luchtverontreinigende gassen en broeikasgassen, maar ook tot geheel nieuwe inzichten, zoals in het gat in de ozonlaag en de effecten van klimaatbeleid. Voor beide toepassingen wordt satellietdata al intensief ingezet, met waarschijnlijk een substantiële impact op mondiale klimaatakkoorden. Het is aannemelijk dat de klimaatakkoorden hebben geleid tot een beperking van het broeikas-effect. Dit heeft onder andere gevolgen voor de gezondheid (minder longaandoeningen, huidkanker, etc), woestijnvorming en de stijging van de zeespiegel, waarmee zowel de maatschappelijke als de economische baten aanzienlijk zouden zijn. Hoewel deze mondiale baten bijna onmogelijk zijn toe te rekenen aan enkel Nederlandse investeringen (zoals het geval is voor de meeste baten van de ruimtevaart), profiteren we er sterk van.

Case 3.1: Global Navigational Satellite Systems in wegtransport

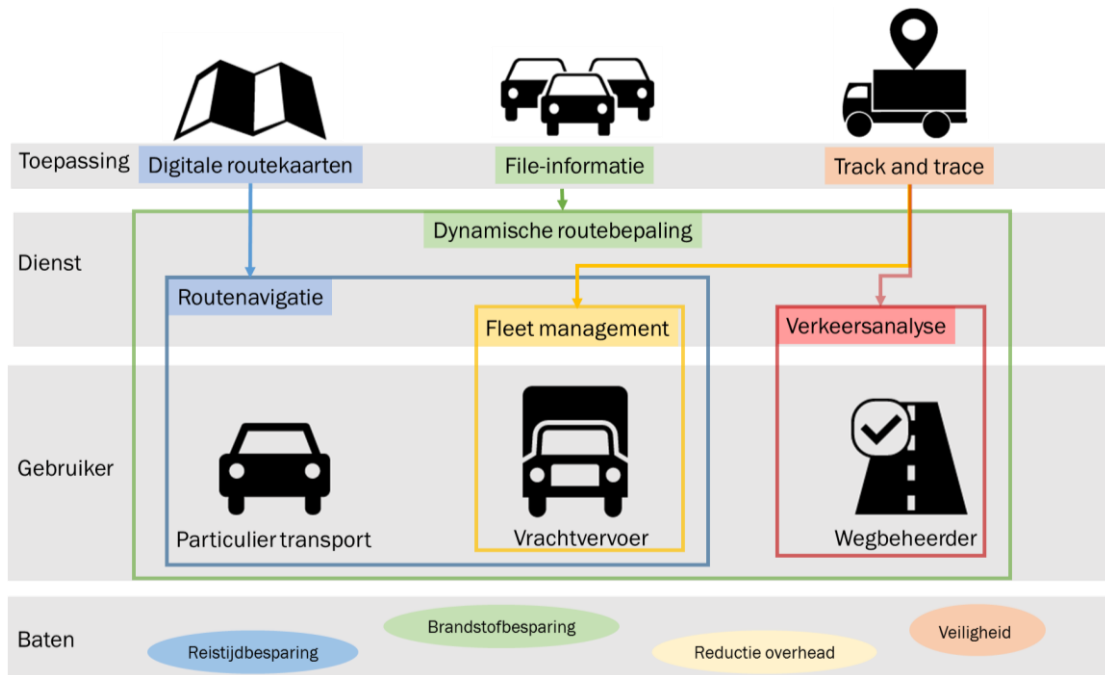
Beschrijving toepassingen

Tot in de jaren 90 waren zowel private autobestuurders als het professionele wegtransport afhankelijk van routekaarten voor hun navigatie. Met de komst van GPS-geleide locatiebepaling gecombineerd met digitale kaarten is het proces van routekeuze en oriëntatie versimpeld en versneld. Deze voordelen brachten in het begin van de jaren 2000 een groeispurt van in-car GPS systemen op gang, en tegenwoordig is een nieuwe techniek

¹⁹⁷ Dit is een schatting; het feitelijke bedrag zal verschillen. We schatten dat ongeveer 10% van het GO-budget naar de domeinen luchtkwaliteit en klimaat gaat.

¹⁹⁸ Earth Observation Envelope Programme.

gemeengoed: navigatie via mobiele telefoon. Deze optie maakt GPS-navigatie ook mogelijk voor andere transportmodi zoals fiets en lopen. In dit stuk leggen we de focus enkel op het wegverkeer, maar uiteraard gelden de effecten ook voor andere vervoersmodaliteiten. Binnen het wegtransport worden drie globale producten door GPS mogelijk gemaakt: digitale routekaarten, file-informatie en track and trace.



Figuur 20. Marktkenmerken van GPS-toepassingen bij wegtransport

Toepassing 1: digitale routekaarten. Digitale routekaarten maken het mogelijk om snel de juiste route te kiezen op basis van criteria als afstand, reistijd en/of aanwezigheid van hoofdwegen. Ten opzichte van een ouderwetse routekaart is dit een snellere methode om de route te plannen en tussentijds aan te passen. Digitale routekaarten zijn in de loop van de tijd door technologische ontwikkelingen steeds dynamischer in gebruik geworden. GPS-navigatie is opgekomen gedurende het eerste decennium van deze eeuw. In eerste instantie waren deze systemen ingebouwd in de auto; in 2007 was deze techniek aanwezig in 60% van de vrachtauto's en 25% van de personenauto's.¹⁹⁹ Hiernaast is een categorie nomadische systemen ontstaan, zoals Tomtom. Dit systeem is snel populair geworden; in 2015 is de helft van de gebruikte navigatiesystemen nomadisch. Ingebouwde navigatiesystemen dragen een kwart van het gebruik bij. Met de smartphone zijn navigatie-apps ook wijdverbreid beschikbaar geworden, maar het praktisch gebruik is nog beperkt; een vijfde van de gebruikte navigatiesystemen zijn mobiele apps.²⁰⁰ Navigatie speelt minder een rol bij woon-werk verkeer (met uitzondering van dynamische routebepaling) en wordt vooral toegepast bij onbekende routes, zoals bij zakelijke en recreatieve verplaatsingen.

Uit de literatuur komt een aantal baten ten opzichte van alternatieven naar voren. De meest duidelijke is tijdwinst, zowel bij de planning van de rit als tijdens de rit zelf. Ook is er een afname van brandstofgebruik door efficiëntere routing en sommige bronnen zien een

¹⁹⁹ SWOV (2008). Veiligheidseffecten van navigatiesystemen.

²⁰⁰ N. Schaap, P. Jorritsma (2015). Blik op de weg met navigatiesystemen.

toename in veiligheid door het gemakkelijke gebruik, al is hier nog geen consensus over.²⁰¹ Uit onderzoek van TNO (2007) met een grote steekproef onder automobilisten blijkt dat de reistijd bij onbekende routes met achttien procent wordt gereduceerd als GPS navigatie wordt gebruikt. Ook het aantal gereden kilometers vermindert (-16%). Opmerkelijk is dat er ook een reductie van schadekosten (-5%) naar voren is gekomen via data van verzekeraars.²⁰² In andere literatuur worden schattingen gedaan met baten die minder hoog uitvallen.²⁰³²⁰⁴ Over het algemeen neemt de reistijd af tussen de 7% á 18%, afhankelijk van de onbekendheid van het terrein en het routealgoritme van het gebruikte type systeem.

Toepassing 2: file-informatie. Met de opkomst van de smartphone is een nieuwe techniek in gebruik gekomen, namelijk on-demand file-informatie. Door informatie van weggebruikers met mobiele GPS-ontvangers te koppelen wordt een beeld van de verkeersdruk op de route gevormd. Als congestie wordt waargenomen biedt het programma een alternatieve route aan. Alternatieven van deze methode zijn het filebericht op de radio en intelligente informatieborden langs de wegwijk. Deze methoden maken ook gebruik van GPS informatie voor hun data-inwinning en zouden dus niet in hun huidige vorm hebben bestaan zonder satelliettechnologie. De baten van deze techniek zijn aanzienlijk. Uit gegevens van TomTom blijkt dat toepassing van hun dynamische systeem de gebruiker een reistijdbesparing van 15% oplevert. Ook zijn er externe effecten: doordat automobilisten met dit systeem de route wijzigen verlicht de algehele congestiedruk op het traject. Als alle wegdeelnemers gebruik zouden maken van de techniek levert dit volgens TomTom een algehele reistijdbesparing van 18% op.²⁰⁵ In 2010 was de techniek nog in opkomst. Minder dan een procent van de automobilisten in de landen waarbinnen TomTom actief is had beschikking over hun systeem.

De nauwkeurigheid van de dienst is nog niet optimaal. Uit een test van de Consumentenbond waarbij een groot aantal ritten in 2014 is getest, bleek er in 18% van de ritten een file te zijn, maar had het navigatiesysteem niets in de gaten. In 16% van het aantal geteste ritten meldde het navigatiesysteem een file, maar was er geen.²⁰⁶ Een verdere verbreiding van de mobiele telefoon maakt de schattingen van het systeem nauwkeuriger.

Toepassing 3: track and trace. Een derde toepassing is track and trace. Door middel van GPS-ontvangers in voertuigen wordt data verzameld over locatieverplaatsingen. Dit wordt door vervoersbedrijven gebruikt als een managementoptie om middelen en personen zo efficiënt mogelijk te benutten waardoor minder overhead nodig is voor logistiek en het transport zelf efficiënter verloopt.²⁰⁷ Ook geeft dit middel wegbeheerders inzicht in de verkeersstromen over hun wegen, waardoor beleid efficiënter kan worden ingepast en gevaarlijke situaties nauwkeuriger gemonitord worden. Ook buiten de transportmarkt zijn er baten; klanten worden door transportmaatschappijen beter geïnformeerd over de verwachte aankomsttijd van producten en kunnen hierop anticiperen.

²⁰¹ iMobility effect database. Dynamic navigation systems. Inzage: 11 januari, 2016.

²⁰² TomTom (2007) Independent research by Dutch research institute TNO shows that satellite navigation systems have a positive influence on road safety.

²⁰³ Lewis Wire (2009). NAVTEQ toont aan dat gebruik van navigatiesysteem brandstofbesparing oplevert. Inzage: 13 januari, 2016.

²⁰⁴ E. Jonkers, F. Faber (2012). Intelligente Transport Systemen in praktijk getest: resultaten en ervaringen van het euroFOT project.

²⁰⁵ TomTom (2010). TomTom's Verkeersmanifest.

²⁰⁶ Consumentenbond (2015). Actuele verkeersinformatie niet accuraat.

²⁰⁷ Fleetmatics. Reveal Fleet Tracking Benefits. Inzage: 12 januari, 2016.

Maatschappelijke baten GNSS locatiebepaling in transportmarkt

Hieronder maken we een indicatieve berekening van de maatschappelijke baten van GNSS locatiebepaling in de transportmarkt. Deze is beperkt tot de reistijdbesparing door het gebruik van digitale routekaarten en gps. We schatten de reistijdwinst ten opzichte van bewegwijzering door informatieborden en gebruik van papieren routekaarten.

Eerst wordt bepaald bij hoeveel verplaatsingen GPS systemen worden gebruikt. Vervolgens berekenen we hoeveel reistijd bespaard wordt door deze navigatiesystemen. Tot slot wordt deze tijdswinst in euro's uitgedrukt. Dit alles doen we voor het jaar 2014.

Aandeel reizen (en reistijd) met GPS

In Nederland wordt jaarlijks 2,2 miljard uur besteed aan reizen over de autoweg (Tabel 20). Deze ritten zijn onderverdeeld in vijf categorieën, op basis van reismotief²⁰⁸:

- woon-werkverkeer;
- zakelijk verkeer;
- sociaal/educatie/hobby verkeer (o.a. onderwijs, winkelen, familie en sport);
- overig recreatief verkeer (o.a. toeren, wandelen);
- vrachtverkeer.

De meeste reistijd is gerelateerd aan sociaal/educatie/hobby motieven, in totaal 989 miljoen uur in 2014. Het woon-werk verkeer komt op een tweede plaats. Hoewel in 2015 91% van de automobilisten over een navigatiesysteem beschikt worden deze systemen niet bij elke rit gebruikt. Het gebruik van routenavigatie is vooral afhankelijk van de bekendheid met de route.²⁰⁹

Op basis van frequentiecijfers van German Aerospace Centre (DLR) over het gebruik van navigatiesystemen op de Duitse autoweg wordt voor Nederland per motief een inschatting gemaakt van het gebruik (Tabel 20).²¹⁰ Het gebruik wordt berekend als aandeel van de totale reistijd. Bij woon-werk verkeer wordt weinig gebruik gemaakt van routenavigatie, op 8 procent van de totale reisduur. Dit heeft te maken met de bekendheid met de route waardoor de voordelen van navigatie beperkt zijn. Bij de motieven sociaal/educatie/hobby wordt navigatie om dezelfde reden weinig gebruikt. Bij de overige recreatieve en zakelijke ritten en in het goederenvervoer komt het regelmatig voor dat de route minder bekend is; hierbij ligt het gebruik hoger. Tijdens de overige recreatieve ritten wordt in een derde van de reistijd routenavigatie gebruikt. Zakelijke automobilisten gebruiken bij bijna de helft van de reistijd een navigatiesysteem.

Vrachtransport vindt vaak plaats over langere afstanden, naar onbekende bestemmingen. Vandaar dat in dit rapport wordt uitgegaan van een grootschalig gebruik van GPS: tijdens 70% van de reisduur. Deze aanname is gebaseerd op de vinding van SWOV dat navigatie bij het grootste deel van de transportwagens (>60%) is ingebouwd.²¹¹

	Totale reistijd* (mln. uren)	Gebruik van GPS** (tov totale reisduur)
Woon-werk	748	8%
Zakelijk	157	46%

²⁰⁸ Mobiliteitsgegevens CBS (2015)

²⁰⁹ N. Schaap, P. Jorritsma (2015). Blik op de weg met navigatiesystemen.

²¹⁰ DLR (2007). Use of navigation systems and consequences for travel behaviour

²¹¹ SWOV (2008). Veiligheidseffecten van navigatiesystemen.

Sociaal/educatie/hobby	989	13%
Overig recreatief	239	34%
Vrachtverkeer	101	70%
Totaal	2.236	19%

*Mobiliteitsgegevens CBS (2015)

**Gebaseerd op DLR (2007) en SWOV (2008)

Tabel 20. Reistijd met GPS (2014)

Reistijdbesparing

De volgende vraag is: Hoeveel tijd wordt bespaard met het gebruik van GPS? In de literatuur komen reistijdbesparingen tussen 7% en 18% voor. In de literatuur is hierin geen onderscheid gemaakt op basis van reismotief. Aangezien de bespaarde reistijd afhankelijk is van de onbekendheid met de route, verschilt dit echter ook met het reismotief. Daarom wordt hieronder een eerste inschatting gemaakt (Tabel 21) van de reistijdbesparing. De bandbreedte is 2%-12,5%. In het woon-werk verkeer is de reistijdbesparing relatief beperkt. Deze wordt op 2% geschat. Bij zakelijk, overig recreatief en vrachtverkeer is de bestemming relatief vaak onbekend en om die reden wordt de reistijdbesparing in dit onderzoek op 12,5 procent geschat. De sociaal en hobby categorie valt qua bekendheid met de bestemming tussen de woon-werk en de overige categorieën. De besparing wordt op 7% geschat.

In onderstaande tabel staat het resultaat van de uitgevoerde berekeningen. Door het gebruik van navigatiesystemen wordt jaarlijks 55 miljoen uur reistijd bespaard. Dit is 2,4 procent van de totale reistijd en een jaarlijkse gemiddelde besparing van 33 uur voor elke inwoner van Nederland. De reistijd die jaarlijks wordt bespaard door het gebruik van GPS is het grootst voor de overig recreatieve bestemmingen: 18 miljoen uur. Deze waarde is hoog doordat er veel gereisd wordt met navigatiesystemen naar dit type bestemming en ook omdat er relatief veel mensen meereizen bij dergelijke ritten. Ook bij sociaal/educatie/hobby motieven is er een hoge besparing op de reistijd. Bij zakelijke ritten wordt eveneens veel reistijd bespaard: 11 miljoen uur op jaarbasis.

Tabel 21. Reistijdbesparing (2014)

	Reistijdbesparing* (tov nulalternatief)	Bespaarde reistijd** (mln. uren)
Woon-werk	2%	1,4
Zakelijk	12,5%	11,1
Sociaal/educatie/hobby	7%	14,7
Overig recreatief	12,5%	17,7
Vrachtverkeer	12,5%	10,2
Totaal	9%	55,0

*Eigen inschatting op basis van TNO (2007), Navteq (2009) en EuroFOT (2012)

**Eigen berekening

***Kengetallen zijn naar 2015 vertaald in afstemming met Carlo van de Weijer, TU Eindhoven

Kostenbesparing door reistijdreductie

Om de waarde van de bespaarde reistijd in Euro's uit te drukken zijn de reistijdwaarderingen van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) gebruikt (Tabel 22). Dit zijn gevalideerde kengetallen voor gebruik in infrastructurele MKBA's.

Tabel 22. Reistijdwaardering (per bestuurder voor 2015)

Reistijdwaardering* (€/uur)	
Woon-werk	10,19
Zakelijk	28,90
Sociaal/educatie/hobby	8,26
Overig recreatief	8,26
Vrachtverkeer	49,93
<i>*Cijfers KiM (2015)</i>	

Uit de berekeningen blijkt dat de baten van GPS navigatie uitkomen op circa 1,1 miljard euro per jaar. Het grootste deel van de baten komt terecht bij het goederenverkeer over de weg en het zakelijk personenverkeer. Dit komt doordat deze verplaatsingen een relatief hoge reistijdwaardering kennen. De berekening is indicatief en gebaseerd op verschillende kengetallen en aannames. Om recht te doen aan de onzekerheid van de berekeningen is een bandbreedte van de resultaten opgenomen van + en - 50% (Tabel 23).

Tabel 23. Bandbreedte GPS-baten (alle wegvervoer, 2014)

	GPS-baten door lagere reistijd*		
	(mln euro)		
	Laag (-50%)	Schatting	Hoog (+50%)
Woon-werk	€ 7	€ 14	€ 21
Zakelijk	€ 160	€ 320	€ 479
Sociaal/educatie/hobby	€ 61	€ 122	€ 183
Overig recreatief	€ 73	€ 146	€ 219
Vrachtverkeer	€ 255	€ 509	€ 764
Totaal	€ 555	€ 1.110	€ 1.666
<i>*Eigen berekening</i>			

Conclusie

Door locatiebepaling via satelliet wordt zowel in het personen- als goederenverkeer over de weg reistijd bespaard. Deze reistijdbesparing leverde in 2014 naar schatting rond de 1,1 miljard euro aan reistijdbaten op. Grootste baathebbers zijn het vrachtverkeer en zakelijke automobilisten.

Hoewel er een aanzienlijke onzekerheid in de resultaten zit, denken we dat de werkelijke waarde van reistijdbesparing binnen de gepresenteerde bandbreedte zit, kijkend naar andere literatuur.²¹²

De totale maatschappelijke baten van satellietnavigatie liggen waarschijnlijk veel hoger. Immers, in deze analyse van de reistijdbesparing is nog niet meegenomen:

- De voorbereidingstijd voor het bepalen van de route van chauffeurs zonder navigatie;
- De reistijdbesparing tijdens vakanties. We weten dat twee derde van de automobilisten navigatie gebruikt voor lange afstand trips, en dat deze vakantieroutes vaak onbekend zijn;²¹³
- Reistijdbesparingen voor ander wegverkeer (o.a. fietsers en voetgangers).

Ook zijn er andere diensten die reistijdbesparing opleveren:

- File-informatie dankzij GPS. Veel navigatieapparatuur houdt tegenwoordig rekening met de actuele drukte op de weg, waardoor gebruikers zo mogelijk langs files worden geleid (b.v. TomTom HD Traffic, Google Maps). Dit heeft niet alleen voordelen voor de gebruikers van deze informatie, maar ook voor de andere weggebruikers. Immers, de omrijders mijden de file en spreiden daardoor het verkeer²¹⁴;
- Track and trace dankzij GPS. Verplaatsingen van individuele weggebruikers kunnen door satellietgeleide locatiebepaling nauwkeurig in kaart worden gebracht. Dit wordt gebruikt door transportbedrijven om de transportefficiëntie te verhogen en wegbeheerders brengen hiermee verkeersstromen in kaart.

Tot slot ondervinden gebruikers andere baten naast reistijdbesparing, waaronder:

- Brandstofbesparing. Met een reistijdbesparing gaat ook vaak een besparing van de gereden afstand gepaard. Dit leidt tot een afname van brandstofgebruik en vermindering van emissie uitstoot, waardoor ook het milieu en klimaat minder worden belast;
- Verhoogde veiligheid. Uit de literatuur blijkt dat automobilisten die GPS navigatie gebruiken minder schade maken. De veiligheid neemt toe doordat men niet naar kaarten hoeft te zoeken tijdens de rit.²¹⁵
- Overheadkosten bij transportbedrijven. Vlootmanagement systemen nemen de taak over van een logistiek toezichthouder. Deze automatisering verlaagt de managementkosten.

Case 3.2: Live broadcasting en overige communicatie

Beschrijving toepassingen

Satellieten worden voor diverse communicatiedoeleinden gebruikt. Wereldwijd kan via de satelliet toegang worden gekregen tot internet, televisie worden gekeken, getelefoneerd en

²¹²Ondermeer:

TomTom (2007). Independent research by Dutch research institute TNO shows that satellite navigation systems have a positive influence on road safety.

Lewis Wire (2009). NAVTEQ toont aan dat gebruik van navigatiesysteem brandstofbesparing oplevert. Inzage: 13 januari, 2016.

E. Jonkers, F. Faber (2012). Intelligente Transport Systemen in praktijk getest: resultaten en ervaringen van het euroFOT project.

²¹³ DLR (2007). Use of navigation systems and consequences for travel behaviour

²¹⁴ Opnemen voetnoot Manifest Tomtom waarin ze claimen dat dit tot reistijdbesparing van 18?% leidt van àl het verkeer

²¹⁵ <http://www.roadsafetyobservatory.com/Evidence/Details/10447>

radio worden geluisterd. Ook, of juist, op locaties waar alternatieve verbindingen (nog) niet beschikbaar zijn. In Nederland zijn dergelijke locaties er tegenwoordig nog maar weinig. Het telefoonnetwerk, en daarmee ook het internet, televisie en radio, is landelijk dekkend. Wereldwijd is dit uiteraard wel anders. Voorheen was dat ook in Nederland anders.

De grootste bijdrage aan de televisie die de satelliet op dit moment in ons dagelijkse leven biedt, is het mogelijk maken van live-uitzendingen. Ook hiervoor geldt dat vandaag de dag voor veel geplande live evenementen zelfs overzees²¹⁶ andere mogelijkheden zijn (zoals internet) om uitzendingen te versturen. En snel mobiel internet maakt het ook mogelijk om op steeds meer plaatsen live uit te zenden zonder satelliet. Maar voor plotselinge gebeurtenissen en incidentele evenementen is de straalwagen nog steeds de meest praktische en betrouwbare optie om snel een live-uitzending op te kunnen zetten en vanuit gebieden met beperkte andere verbindingsmogelijkheden is het zelfs de enige optie.



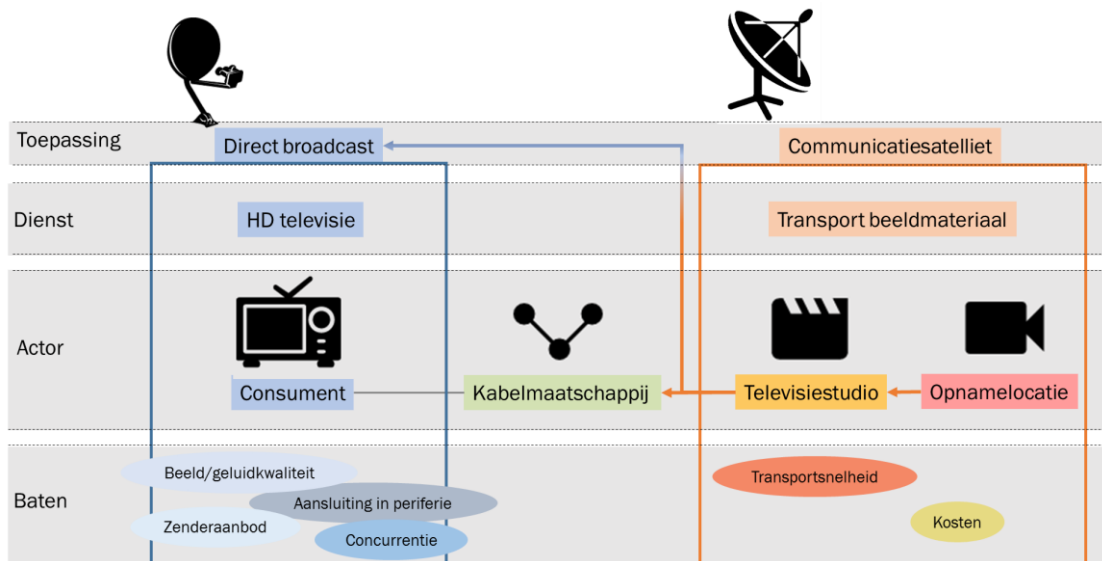
Figuur 21. Straalwagens bij nieuws in Maastricht over Onno Hoes. Foto: Maarten van Laarhoven, Bron: Dichtbij.nl

In deze case gaan we op de maatschappelijke waarde van deze twee aspecten in: satelliettelevisie en live-uitzendingen. Telefonie en internet via de satelliet laten we buiten beschouwing, aangezien dit maar voor een zeer klein deel van de Nederlanders van belang is. Communicatietoepassingen die professioneel zijn, denk aan het leger, laten we ook buiten beschouwing in dit hoofdstuk. De focus ligt op de alledaagse toepassingen van de satellietcommunicatie.

Er zijn twee typen satellieten die een relatie hebben met de televisie: direct broadcast en communicatiesatellieten. De direct broadcast satelliet verzendt beeldmateriaal tussen televisieaanbieders en de consument met satelliet aansluiting. Over de gehele wereld is hierdoor een groot aanbod aan zenders in hoge kwaliteit beschikbaar. In Nederland exploiteert CanalDigitaal de direct broadcast satellieten. De tweede categorie satelliet worden gebruikt om beeldmateriaal snel te transporteren tussen plaats van opname naar de plek van verwerking. Beeldmateriaal van nieuwsgebeurtenissen of sportevenementen kan vanuit de hele wereld worden verzonden naar de televisiestudio waar verdere verwerking

²¹⁶ De eerste transatlantische televisieuitzendingen konden wel alleen plaatsvinden door de aanwezigheid van communicatiesatellieten.

volgt. Daarna kan het signaal via de kabel, ether of het internet naar de consument worden gebracht. Het grootste voordeel van satellieten voor de Nederlandse televisiekijker is dat het mogelijk is om van elke locatie op aarde vrijwel direct verslag te doen van live evenementen en gebeurtenissen.



Figuur 22. Overzicht live broadcasting en overige communicatie.

Satelliettelevisie

Tot enkele jaren geleden was de satelliet de enige mogelijkheid om op het platteland (waar vaak geen kabel ligt) meer zenders dan Nederland 1, 2 en 3 te ontvangen, maar door digitenne en de grotere capaciteit van het internet (via kabel of telefoonlijn) is dat niet meer het geval. Alleen in de dunbevolkte gebieden waar de internetsnelheid te wensen over laat, is de satelliet de enige optie om meer zenders (en een hogere kwaliteit) dan via de digitenne te ontvangen. Daarnaast biedt de satelliet tal van buitenlandse zenders, maar ook hiervoor geldt dat de meeste daarvan inmiddels ook op andere wijzen te ontvangen zijn. Satelliet is dus veelal niet meer de enige optie om tv te kijken in dunbevolkte gebieden, hoge beeldkwaliteit te leveren of bepaalde buitenlandse zenders/programma's te kijken, maar het aanbod van satelliettelevisie heeft er mogelijk wel voor gezorgd dat andere partijen zich sneller hebben ontwikkeld in de aangeboden kwaliteit.

Baten van satelliettelevisie zijn daarmee in de volgende onderdelen uit te splitsen:

- Kwantiteit / kwaliteit: meer zenders en bovendien in een hoge kwaliteit. Een hogere kwaliteit dan bijvoorbeeld de huidige digitenne en ook dan de vroegere analoge uitzendingen via de ether.
- Het kunnen ontvangen van televisie: De kwantiteit (alleen Nederland 1, 2 en 3) en kwaliteit (via de weersgevoelige analoge ether) was lange tijd dusdanig beperkt dat het er in de jaren '90 tot en met medio '00 sprake was van een karig televisieproduct in perifere gebieden zonder kabelaansluiting. De satelliet bood dat wel. Ook op vakantie maakt de satelliet het mogelijk om televisie te ontvangen.
- Concurrentie: andere aanbieders van televisie moeten een concurrerend aanbod neerleggen. Dit dwingt hen een goede prijs/kwaliteitverhouding te bieden.

Elk van deze baten werken we hieronder uit.

Kwaliteit en kwantiteit

Momenteel heeft satelliettelevisie ongeveer een marktaandeel van 10 procent van de televisiemarkt in Nederland (11% van de digitale televisiemarkt)²¹⁷. Dat betekent dat circa 750 duizend aansluitingen en meer dan een miljoen kijkers gebruik maken van satelliettelevisie. Dit aantal is al vrij lang constant: tussen 2007 en 2014 is het aantal aansluitingen nagenoeg onveranderd gebleven²¹⁸. De kwantiteit (veel buitenlandse zenders) en het hebben van televisie in de periferie, zijn daarmee vermoedelijk zwaarwegendere factoren voor de satellietkijkers dan de kwaliteit. Een hogere kwaliteit en diversiteit van het aanbod via DSL, glasvezel en de kabel, hebben immers niet tot een overstap geleid van satellietkijkers naar andere distributeurs.

Het blijkt ook dat het consumentensurplus van de satelliet-televisiekijker zelf zeer beperkt is: de prijs die ze betalen voor satelliettelevisie is ongeveer gelijk aan de prijs die ze maximaal bereid zijn ervoor te betalen²¹⁹. De kwaliteit, kwantiteit en het überhaupt televisie kunnen kijken heeft dus een waarde, maar niet meer dan de prijs die men betaalt. De winsten die door de aanbieder worden geboekt, kunnen echter wel als maatschappelijke baat worden gezien. Canal Digitaal, de aanbieder van satelliet televisie in Nederland, publiceert haar cijfers niet. Maar als we uitgaan van een gemiddelde abonnementsprijs van 25 euro per maand, dan zou de omzet van Canal Digitaal ongeveer 225 miljoen euro per jaar moeten bedragen. De geschatte winst²²⁰ bedraagt dan bijna 35 miljoen euro per jaar. Deze winst wordt nog jaarlijks gemaakt door de satelliet-aanbieder. De vraag is wel of dit een baat voor Nederland is: de moedermaatschappij van Canal Digitaal is in Luxemburg gevestigd.

Concurrentie

In de Verenigde Staten is over de periode 1992 – 2002 onderzocht²²¹ hoe de introductie van satelliet televisie in 1994 (DBS, direct broadcast satellites) heeft geleid tot een beter aanbod van kabeltelevisieaanbieders die tot dan toe monopolist waren. Veel kabelmaatschappijen boden twee pakketten aan; een uitgebreid pakket en een basispakket. Uit het onderzoek kwam naar voren dat de introductie van satelliettelevisie heeft geleid tot een hogere kwaliteit (en ook hogere prijs) van het uitgebreide pakket van de kabelmaatschappijen. Het basisaanbod van deze maatschappijen is door de komst van satelliettelevisie juist in prijs gedaald. De meeste consumenten gingen er daardoor op vooruit: kijkers die veel waarde hechtten aan veel zenders, kregen tegen een beperkte meerprijs een veel uitgebreider aanbod. Kijkers die daar geen waarde aan hechtten kregen een lagere prijs. Alleen de groep die het extra aanbod de extra prijs niet waard vond ging erop achteruit. Dus ook voor de kijkers die geen gebruik gingen maken van satelliettelevisie heeft de introductie gezorgd voor een groter consumentensurplus. Voor alle kijkers werd een stijging van het consumentensurplus gemeten van gemiddeld 2 dollar per maand.

In Nederland werden, in tegenstelling tot in de VS, lange tijd niet meerdere pakketten aangeboden. De opkomst van digitale televisie heeft dit vooral in een stroomversnelling gebracht. Concurrentie van de satelliet kan er echter wel al die tijd aan hebben bijgedragen dat de kabeltarieven na de verzelfstandiging van veel kabelmaatschappijen in de jaren 90²²² niet konden stijgen tot monopolieprijzen als gevolg van indirecte prijsdruk. Het is in het kader van dit onderzoek niet vast te stellen hoe groot de maatschappelijke baten hiervan zouden zijn geweest. Maar stel dat dit in Nederland heeft geleid tot een surplus van 2 euro

²¹⁷ www.mediamonitor.nl

²¹⁸ www.mediamonitor.nl

²¹⁹ Ofcom (2000), *Survey to determine the consumers' surplus accruing to TV viewers and radio listeners*

²²⁰ 15 procent van de omzet, o.b.v. radio- en tv-makers en aanbieders conform CBS-indeling, gecontroleerd met het jaarverslag van Telenor, de Noorse televisieaanbieder.

²²¹ Chenghuan Sean Chu (2008), *The Effect of Satellite Entry on Product Quality for Cable Television*

²²² In tegenstelling tot de VS, was de kabelmarkt wel sterker gereguleerd in Nederland.

per aansluiting per maand (net als in de VS), dan heeft de satelliettelevisie sinds 1994 voor zeker een periode van 10 tot 15 jaar (daarna kwamen digitenne en IPTv op), voor een baat van 150 tot 175 miljoen euro per jaar gezorgd.

Effecten satelliettelevisie samengevat

Samengevat zou het kunnen zijn dat satelliettelevisie bij de kabeltelevisiekijkers in een periode van 10 tot 15 jaar heeft gezorgd voor een consumentensurplus van 150 tot 175 miljoen euro per jaar. Daarnaast boekt de aanbieder van satelliettelevisie naar schatting nog steeds jaarlijks een winst van 35 miljoen euro bij de Nederlandse kijkers, wat in principe als maatschappelijke baten moet worden gezien. Maar omdat de moedermaatschappij in Luxemburg is gevestigd is het de vraag of dit een Nederlandse baat is.

Live broadcasting

Satellieten vormen vaak de eenvoudigste en in sommige gevallen ook de enige optie om live uitzendingen van plotselinge gebeurtenissen mogelijk te maken. Om de maatschappelijke waarde hiervan te bepalen is de vraag: wat is een live-uitzending ons waard? Dát live-televisie ons wat waard is, is duidelijk. Bij grote gebeurtenissen en evenementen zitten vele Nederlanders aan de buis gekluisterd. Het live meemaken van bijzondere gebeurtenissen is zelfs nog steeds de belangrijkste reden voor consumenten om een tv-abonnement te hebben²²³.

De waarde kan via verschillende methoden worden gewaardeerd:

- De kosten van alternatieven voor live uitzendingen, als die er zijn (bijvoorbeeld bij geplande sportevenementen). De maatschappelijke baten van een live uitzending via satellieten, kunnen nooit hoger zijn dan de kosten om die uitzending met een alternatieve methode door te geven. Immers, die kosten zijn het bedrag dat bespaard is door het inzetten van satelliettechnologie.
- De waarde van reclame. De waarde van de een live uitzending is minimaal gelijk aan de waarde die bedrijven bereid zijn te betalen voor reclame rondom de uitzending. Dit is een onderkant van de bandbreedte, aangezien kijkers vermoedelijk meer waarde hechten aan het live-item zelf, dan aan de reclame.
- Waarde voor de kijker: dit kan alleen indirect worden bepaald via alternatieve waarderingen. We bekijken de kosten van televisie-abonnementen en specifiek de zenders met live uitzendingen.

Kosten van alternatieven

Voor sommige live-uitzendingen is de afweging wel- of niet gebruik maken van de satelliet een kostenafweging. Dat geldt bijvoorbeeld voor de grote sportevenementen, en dan met name het WK- en EK-voetbal. Deze trekken in Nederland meer dan 10 miljoen kijkers als het Nederlands elftal ver in de toernooien komt, maar ook de andere wedstrijden worden door miljoenen Nederlanders bekeken. De best bekeken onderdelen van de olympische spelen trekken gemiddeld zo'n 1,7 miljoen kijkers. Echter: deze evenementen worden dusdanig groot opgezet en voorbereid, dat de satelliet niet de enige optie is om een uitzending te realiseren. De maatschappelijke baten zijn gemaximeerd tot het verschil in kosten met de overige opties. Wat het verschil met overige opties is, is sterk afhankelijk van de locatie en de reeds beschikbare infrastructuur. Inmiddels zijn de overige opties met trans-Atlantische kabels met een grote bandbreedte en snelle mobiele en vaste internetverbindingen op een groot aantal locaties in veel landen talrijk, maar in de jaren '70 waren de mogelijkheden beperkter en zouden grote kosten gemaakt moeten worden om een dergelijke verbinding over land mogelijk te maken. Daarnaast is het de vraag wie deze

²²³ ERICSSON (2012), *CONSUMERLAB TV AND VIDEO*

kosten zou dragen indien er geen satellieten zouden zijn: zouden deze in Nederland terechtkomen?

Waarde indien er geen alternatieven zijn

Voor de gevallen waarin geen andere opties zijn, moeten we een waardering geven van de waarde van live televisie ten opzichte van uitzendingen met vertraging. Immers: een alternatief met vertraging is er altijd door een film fysiek te sturen naar een studio aan de andere kant van de wereld. Het bepalen van deze waardering doen we via twee routes. Enerzijds zijn er duidelijke voorbeelden van wat live televisie waard is: voor live voetbaluitzendingen zijn vele Nederlanders immers ook daadwerkelijk bereid extra te betalen, via betaalzender Fox Sports Eredivisie (voorheen EredivisieLive). Anderzijds zijn er de reclame-inkomsten rond grote evenementen. Beiden kunnen dienen als benadering van wat onaangekondigde, dus niet te plannen (ook niet voor reclamemakers), gebeurtenissen waard zijn. Denk daarbij aan rampen, plotselinge persconferenties, demonstraties en dergelijke.

Waarde van reclame rond live gebeurtenissen

Gemiddeld kijken dagelijks 2 miljoen mensen naar het acht uur journaal. Bij ernstige recente gebeurtenissen als de MH17-ramp en aanslagen in Parijs neemt het aantal kijkers met een half miljoen tot een miljoen toe. Dat geldt niet alleen voor dat journaal, maar ook alle andere journalistieke programma's. Het effect houdt zelfs meerdere dagen aan: gedurende een dag of drie kijken enkele honderdduizenden mensen meer naar journalistieke programma's dan op andere dagen. De start van de Irakoorlog in 2003 en de Bijlmerramp trokken met respectievelijk 4,3 en 5 miljoen de meeste kijkers van het 8 uur journaal.

Als we de waardering van deze kijkers bepalen aan de hand van reclame-inkomsten, komen we tot de volgende redenering. Per uur mogen omroepen 12 minuten aan reclame uitzenden. Rondom (voor en na) het acht uur journaal zitten twee blokken van bij elkaar opgeteld 15 tot 20 minuten.²²⁴ Iedere kijker is gemiddeld 0,35 tot 0,55 cent per reclamespot van 30 seconden waard: in de avonduren, waarin een groter deel van de werkende bevolking kijkt, ligt dit meer aan de bovenkant²²⁵.

De kijkers van het acht uur journaal, ervan uitgaande dat ze de helft van deze blokken zien (of in ieder geval de tv aan hebben staan gedurende de helft van de spotjes), zien dan 17 spotjes. De 2 miljoen kijkers van een gemiddeld 8 uur journaal zijn dan ongeveer 187 duizend euro waard, bij een waardering van 0,55 cent per kijker per spotje. Alleen de kijkers van het 8 uur journaal vertegenwoordigen per jaar al bijna 70 miljoen euro aan reclamewaarde. Nu bestaat het journaal voor het grootste deel uit niet-live reportages, dus het volledige bedrag zou niet mogen worden toegerekend aan live broadcasting via satellieten.

De grote live broadcasting momenten kunnen we via dezelfde methode wel waarderen. Rond grote nieuwsgebeurtenissen in het afgelopen jaar zien we de eerste dag bij de vele ingelaste nieuwsuitzendingen minimaal 500 duizend kijkers meer dan normaal (bij sommige programma's oplopend tot een miljoen). Op de dagen die volgen zijn het er vaak nog 300

²²⁴ Bron: ster.nl

²²⁵ Op basis van kijkcijfers van kijkonderzoek.nl en reclametarieven van ster.nl. In de tv-reclamewereld wordt gewerkt met zogenaamde GRP's (gross rating points), oftewel het aandeel van de doelgroep dat naar een programma kijkt (standaard is de doelgroep de bevolking van 25 – 59 jaar). Wordt 1 procent van de doelgroep bereikt, dan is dat 1 GRP. De kosten per GRP liggen in veel reclamepakketten vast, wat neerkomt op 1 tot 1,5 cent per kijker uit de doelgroep (uitgaande van een reclame van 30 seconden en dat de doelgroep uit kijkers van 25 – 59 jaar valt, herleid o.b.v. ster.nl). 's Avonds ligt het aandeel van de doelgroep hoger dan overdag, dus is de gemiddelde kijker meer waard.

duizend extra. Als we voor die eerste dag 10 uur aan nieuwstelevisie als gemiddelde nemen en de twee daarop volgende dagen 7,5 uur en we gaan uit van 12 minuten reclametijd per uur²²⁶, dan komen we op een vertegenwoordigde reclamewaarde 660 duizend euro voor de eerste dag en nog circa 300 duizend euro voor de twee daarop volgende dagen.

Aan reclamewaarde vertegenwoordigt de live-verslaggeving van grote gebeurtenissen dus een waarde van circa 1,3 miljoen euro per gebeurtenis. NB. Dit is alleen een benadering van de waardering voor de extra televisiekijkers. De extra waarde van de mensen die toch al naar het journaal kijken, zit hier nog niet bij in.

Waarde voor de kijker

Reclamewaarde is nog niet gelijk aan de waarde voor de kijker. De waarde voor de kijker ligt vermoedelijk hoger dan wat een reclamemaker bereid is voor deze kijker te betalen. In dit deel bekijken we wat verschillende groepen kijkers bereid zijn te betalen om verschillende (live) televisieprogramma's en zenders te kunnen zien. De gedachte is dat een nieuwszender, waar live-evenementen een belangrijk onderdeel van uitmaken, een goede indicator zijn voor wat live-televisie minimaal waard is.

De betaalzenders en diversiteit in tv-pakketten kunnen hier een goede indicatie voor geven. Een eerste indicator is bijvoorbeeld de zender FoxSports Eredivisie (voorheen Eredivisielive): naar schatting²²⁷ hebben 600 – 700 duizend huishoudens een abonnement op de zender. Daarmee trekt de zender maandelijks (inclusief café's en sportkantines) 2,5 miljoen unieke kijkers. Ieder weekend zijn er circa 1 miljoen unieke kijkers.

Abonnees kijken vooral naar de wedstrijden van hun eigen club en rond ontknopingen naar die van hun directe concurrenten. Als we uitgaan van gemiddeld 4 à 5 wedstrijden per maand die de kijker echt belangrijk vindt, is de abonnee bereid om circa 3 tot 3,75 euro per evenement te betalen. Dit ligt boven dat van de gemiddelde kijker: de abonnee is immers fan die een grote waarde eraan hecht zijn/haar club te kunnen volgen. Niet voor niets is minder dan 10 procent van de huishoudens aangesloten op de zender (meer dan 90 procent is dus niet bereid dit bedrag te betalen) en ligt het aantal kijkers van de best bekeken wedstrijd een factor 8 onder dat van de gratis te bekijken samenvattingen op zondagavond. Ten opzichte van alle kijkers in het weekend naar één van de live wedstrijden van Fox-sports, ligt het aantal kijkers naar de samenvattingen ongeveer een factor 3 hoger (2,5 – 3,5 miljoen). Er zijn dus zeker drie keer zoveel mensen in eredivisie voetbal geïnteresseerd als huishoudens die een abonnement op live-wedstrijden hebben afgesloten. Deze kijkers zijn vermoedelijk bereid meer dan 0 euro te betalen, maar minder dan 15 euro. Op basis van deze gegevens schatten we dat het gemiddelde huishouden met geïnteresseerden in eredivisie voetbal in Nederland bereid is 11,25 euro per maand te betalen voor live voetbal, oftewel 2,25 – 2,90 euro per evenement per huishouden, of 1,5 – 2 euro per kijker²²⁸. Let wel, dit is de middenwaarde: de helft van de kijkers is bereid meer te betalen, de andere helft minder. Omdat driekwart van de huishoudens geen interesse heeft in eredivisie voetbal,

²²⁶ Deze hoeft niet daadwerkelijk te worden gehaald, maar de potentiële reclamewaarde is een proxy voor de mediawaarde.

²²⁷ Foxsports maakt zelf geen cijfers bekend, bronnen: <http://www.ad.nl/ad/nl/5601/TV-Radio/article/detail/3600455/2014/02/20/Spongebob-scoort-nog-beter-dan-FOX-Voetbal.dhtml>; <http://www.totaaltv.nl/nieuws/14359/meer-kijkers-voor-betaalzender-fox-sports.html>; <http://www.ajaxshowtime.com/article/bijzaken-en-geruchten/87964/ajax-haalt-aantallen-fox-sports-omhoog>

²²⁸ Uitgaande van gemiddeld 1,5 kijker per evenement per huishouden (1 miljoen kijkers ieder weekend op 600 – 700 duizend abonnees)

is de gemiddelde waarde per Nederlands huishouden iets minder dan 3 euro per maand (11,25 * 25% die wel waarde hecht aan voetbal).

Dit bedrag komt redelijk goed overeen met wat men gemiddeld bereid is voor een zender te betalen²²⁹ indien men bij zijn of haar aanbieder een eigen zenderpakket zou kunnen samenstellen. Men blijkt namelijk 3 dollar per zender per maand of 2 dollar per programma per maand bereid bij te betalen. Maar zoals Foxsports aantoont, kan dat voor bepaalde groepen en specifieke zenders, behoorlijk uiteenlopen: sommigen zullen voor deze zender niets bereid zijn te betalen en minimaal 600 duizend huishoudens zijn bereid hier 15 euro per maand voor te betalen.

Uit onderzoek naar grensoverschrijdende televisie blijkt dat veertig procent van de EU-migranten aangeeft circa 10 euro bereid te zijn te betalen voor programma's uit andere EU-landen of 1 euro per view van een specifiek programma uit het eigen land²³⁰. Onderzoek naar de waarde van Engels voetbal toont aan dat kijkers die hun voorkeurswedstrijd (in verband met de programmering, ook op betaalzenders) niet live kunnen zien, dit waarderen met circa 5 pond per wedstrijd²³¹. Wat verder opvallend is, is dat de tv-rechten van de live-uitzendingen van voetbal in de 5 grootste Europese competities een factor 2 tot 15 lager liggen dan de rechten van de samenvattingen²³². Dit, terwijl de samenvattingen meer kijkers trekken. Dit bevestigt dat de betalingsbereidheid vele malen groter is dan de opbrengsten uit reclame rond de uitzendingen van de samenvattingen.

Op basis van de verschillende live-voetbalcases in Engeland en Nederland kunnen we stellen dat grote live-evenementen minimaal 1,75 euro per kijker²³³ waard zijn. De bovenkant van de bandbreedte ligt op circa 5 euro per kijker per evenement.

Een andere benaderingswijze is de waarde van het altijd de mogelijkheid hebben dat er live televisie is. Een zender met alle nieuwsevenementen is minimaal 3 euro per maand waard. Dit is immers de waarde die men gemiddeld bereid is te betalen voor een zender. Dit bedrag maal 7,5 miljoen huishoudens leidt tot een waarde van 22,5 miljoen euro per maand voor live-televisie, oftewel 270 miljoen euro per jaar.

Conclusies

Sportwedstrijden trekken de meeste live kijkers. Dat deze evenementen de meeste kijkers trekken, wil niet direct zeggen dat de satelliet ook de grootste maatschappelijke waarde genereert bij deze evenementen: doordat sport gepland is, kunnen ook meer mensen kijken dan wanneer een grote gebeurtenis ongepland plaats vindt (ze kunnen er rekening mee houden in de agenda) en bovendien zijn er inmiddels meer opties om grote evenementen live uit te zenden. De baten zijn gemaximeerd tot de kosten van alternatieven, maar deze kosten zijn niet eenduidig vast te stellen.

Voor andere live gebeurtenissen is de satelliet vaak de enige optie op een live uitzending op te kunnen zetten. De totale reclamewaarde van alleen al het NOS-journaal ligt rond de 70 miljoen euro per jaar, maar dit is niet volledig aan satellieten toe te schrijven, aangezien er

²²⁹ PWC: Consumer Intelligence Series | Video content consumption

²³⁰ TNS/ PLUM |(2012), *The economic potential of cross-border pay-to-view and listen audiovisual media services*

²³¹ David Harbord (200?), *Restricted View: The Rights and Wrongs of FA Premier League Broadcasting*

²³² Thomas Hoehn and Zafeira Kastrinak (2012) *BROADCASTING AND SPORT: VALUE DRIVERS OF TV RIGHT DEALS IN EUROPEAN FOOTBALL*

²³³ Al gemiddelde: sommige kijkers zijn bereid meer te betalen, andere minder. Maar als gemiddelde waarde over alle kijkers lijkt 1,75 euro het minimum.

ook veel niet-live gebeurtenissen in het journaal zitten. Een live gebeurtenis met een grote impact vertegenwoordigt een reclamewaarde van minimaal 1,3 miljoen euro.

Dit bedrag is lager dan wat de kijker bereid is te betalen. Dat bedrag ligt ergens tussen de 1,75 en de 5 euro per kijker per grote gebeurtenis. Alleen het NOS journaal trekt met grote gebeurtenissen al minimaal 2,5 miljoen kijkers. Het hebben van een zender die live-verslaggeving doet, is minimaal 3 euro per maand per huishouden waard. Dit komt neer op een waarde van 270 miljoen euro per jaar.

Overall conclusies effecten satellieten op televisiekijkend Nederland

Bekijken we de totale waarde van de satelliet voor de televisie van Nederlandse burgers, dan ligt de waarde dus rond te 270 miljoen euro voor het hebben van live televisie van ongeplande live gebeurtenissen. In een grote periode vanaf de jaren 70 was het aantal gebeurtenissen en evenementen dat zonder satellieten niet live uitgezonden had kunnen worden (zonder grote additionele investeringen) groter dan vandaag de dag, waarmee de baten in het verleden vermoedelijk hoger lagen dan nu. Naast live televisie zijn er nog baten van de satelliettelevisie bij huishoudens thuis: de aanbieder zelf boekt een winst van vermoedelijk 35 miljoen euro per jaar, maar het moederbedrijf zit in Luxemburg, waarmee de winst wellicht niet aan Nederland kan worden toegeschreven. Daarnaast heeft de concurrentie van satelliet op de kabel in de jaren negentig de druk op de kabelmaatschappijen opgevoerd om een goed product tegen een aantrekkelijke prijs te leveren. Dit heeft maximaal een baat van 150 tot 175 miljoen euro per jaar gegenereerd, maar door het toegenomen aantal alternatieven, is dit inmiddels beperkt.

De huidige baten bestaan dus voornamelijk uit de live-verslaggeving van wereldwijde en onverwachte gebeurtenissen (gewaardeerd op minimaal 270 miljoen euro per jaar) en de winst van de aanbieder van satelliettelevisie in Nederland.

Bijlage 5. Verslag MKBA ruimtevaart workshop

Datum: 22-03-2016. Locatie: SBIC Noordwijk

Deelnemers: Nico van Putten (NSO), Gerard Cornet (SRON), Gert van der Burg (Geomatica Business Park), Pieter Levelt (KNMI), Piet Stammes (KNMI), Frank Meiboom (Airbus), Wilfried Boland (NOVA), May Kerstens (NLR), Peter Dieleman (NLR), Rob Beck (NEO), Frits von Meijenfeldt (EZ), Hans Harbers (TNO), Hans Kuiper (TU Delft), Kees van Ommeren (Decisio), Menno de Pater (Decisio), Pim den Hertog (Dialogic), Bram Erven (Dialogic).

Introductie

In deze workshop zijn de baten en ontwikkelingen binnen de ruimtevaart besproken in twee onderdelen. Gedurende het eerste onderdeel presenteren Decisio en Dialogic de eerste resultaten van de uitgevoerde economische impact analyse (meer specifiek resultaten survey en de verwerking daarvan in de I/O-analyse) én het huidige beeld van de bredere maatschappelijke, wetenschappelijke en politiek-strategische baten. Deze zijn vervolgens plenair bediscussieerd, waarvan de belangrijke punten hieronder zijn beschreven. Bij het tweede onderdeel is de deelnemers gevraagd om 5 vragen te beantwoorden over toekomstige ontwikkelingen binnen de Nederlandse ruimtevaart, en de implicaties hiervan voor beleid. Deze zijn eerst in afzonderlijke groepen opgeschreven en vervolgens plenair bediscussieerd. Zowel de schriftelijke antwoorden als de discussie zijn in onderstaande verslag weergegeven.

Economische analyse

- De downstream is groter dan de getallen die in de analyse zijn meegenomen. Waarschijnlijk gaat het deels om een verschil in definities, maar deels betreft het ook groei van de sector in het afgelopen jaar. De MKBA hanteert een strikte definitie van de ruimtevaartsector. De downstream verwijst hier naar de verwerking van satellietdata, niet naar de hieruit voortvloeiende toepassingen. Belangrijk is wel dat dit onderscheid goed in het rapport terugkomt.
- In de economische analyse zijn Nederlandse bedrijven van buiten de ruimtevaartsector die toeleveren aan buitenlandse bedrijven binnen de ruimtevaartsector niet meegenomen. Dit valt immers niet onder de Nederlandse ruimtevaartsector.
- Het onderscheid tussen upstream/downstream/overig op de slide klopt in veel gevallen niet en is arbitrair. Dit wordt in het rapport aangepast. Enkele voorbeelden: APP is upstream (niet overig), NLR zou ook onder upstream kunnen vallen. Het KNMI valt hier onder overig maar zou goed onder downstream kunnen vallen. De onderzoekers zijn zich ervan bewust dat de indeling in veel gevallen inderdaad arbitrair is. In de analyse wordt hier rekening mee gehouden.
- Schatting voor het gemiddelde dat de gehele downstream besteedt aan import van de gehele downstream: 15% van haar uitgaven.
- Bij de groep Overig is opgenomen dat 11% van de kosten gaat naar consumptieve bestedingen. Dit lijkt op het eerste gezicht veel. Kan mogelijk verklaard worden als ICT-kosten hierin zijn opgenomen. Dit wordt nog nagegaan

- De omzet per medewerker ligt bij Airbus veel hoger dan het gemiddelde dat in de analyse is opgenomen. Dit zou bij andere bedrijven wel lager kunnen liggen, waardoor het getal voor de upstream niet onrealistisch lijkt.
- Belangrijk: de baten zijn veel breder dan enkel de direct economische baten, en de maatschappelijke toepassingen hebben ook belangrijke economische effecten op de lange termijn (vb.: luchtkwaliteit→gezondheid). Hier zijn Decisio en Dialogic zich wel degelijk van bewust, en hier wordt ruim aandacht aan besteed in de studie.
- Ook spin-offs zijn belangrijk. Ook deze zijn moeilijk te kwantificeren, maar zouden wel goed in kaart gebracht moeten worden en gaan verder dan het overbekende 'tefalpan' voorbeeld. Recent voorbeeld: Micro deployment mechanism→robotica.
- De relatie tussen overheidsinvesteringen in de ruimtevaart en de baten voortkomend uit ruimtevaarttoepassingen is alles behalve hard. Dit geldt echter ook voor veel andere sectoren.
- Veel overheidsinvesteringen leiden pas jaren later tot substantiële baten (zie bv. Galileo en Tropomi). Dat maakt het moeilijk om kosten en baten nu naast elkaar te leggen. Ook is het van belang dat de wetenschappelijke baten niet ondergesneeuwd raken in het 'vereconomiseren' van alle effecten. Dialogic/Decisio geven aan dat er volop ruimte is voor andersoortige dan alleen strikt economische baten.
- Waarom worden de (omvangrijke) multipliers van de downstream zoals genoemd in veel eerdere studies niet meegenomen? Deel van de reden is dat deze studies vaak niet meenemen dat medewerkers uit de ruimtevaart ook in andere kennisintensieve sectoren werkzaam hadden kunnen zijn. Belangrijk is de *toegevoegde* waarde van investeringen in de ruimtevaart, vergeleken met investeringen in andere sectoren. Andere studies zijn onder andere om deze reden vaak niet al te betrouwbaar. Met deze MKBA hebben de ruimtevaartministeries de kans om de baten van de ruimtevaart zélf te onderzoeken in een studie waarin dit soort methodologische vraagstukken goed worden behandeld. In veel gevallen leidt dit ertoe dat baten niet gekwantificeerd worden (want leidt tot een te grote en onbetrouwbare bandbreedte), maar wel uitgebreid omschreven worden. Een kritische, goed onderbouwde studie kan een grotere impact hebben dan een te positieve studie met een dunne methodologische basis. Essentieel is wel dat kwalitatieve argumenten goed op papier worden gezet.
- Ook de bewustwording van een aantal maatschappelijke problemen is een belangrijke baten van de ruimtevaart. Hetzelfde geldt voor onderwijs/human capital.
- ESTEC, toegang tot de wetenschappelijke infrastructuur van ESA en de opdrachten van ESA op basis van juiste retour hadden we allen niet gehad zonder de Nederlandse bijdragen aan ESA. Dit geldt ook voor de wetenschappelijke toppositie in de astronomie.
- Toegang tot wetenschappelijke infrastructuur is essentieel voor SRON. 80% van haar publicaties waren er zonder het ESA-lidmaatschap niet geweest. Het bestaansrecht van SRON zit hem in dat lidmaatschap. De wetenschappelijke ontwikkeling was ooit de aanleiding om ESA op te richten en Nederland investeert om deze reden al 50 jaar in Ruimtevaart met o.a. SRON als hieruit voortkomend onderzoeksinstituut.
- Ook de meteorologische baten waren voor Nederland minder groot geweest zonder ESA.
- De meeste maatschappelijke toepassingen hadden we daarentegen wel gehad.
- Argument voor investeringen: als Nederland willen we investeren in de domeinen waar we goed in zijn. Daar is hier geen twijfel over mogelijk.
- Ruimtevaart is een vorm van big science. Meer dan genoeg studies geven daar de waarde van aan, op internationaal niveau. Suggestie om deze te gebruiken in het rapport.
- Met de ontwikkeling van een instrument doen we veel kennis op die daarna weer erg bruikbaar is in andere domeinen. Denk aan productieprocessen, technieken en instrumenten. Vb.: in de militaire sector lopen veel personen rond met een

achtergrond in de ruimtevaart en een aantal oud-astronomen haalt miljoenen euro's aan belastingen binnen voor de belastingdienst. Het syteemdenken, kunnen omgaan met big-data, maken van producten die betrouwbaar en slijtvast zijn, zijn ervaringen die in de ruimtevaart worden opgedaan en ook daarbuiten zeer bruikbare vaardigheden zijn.

- De downstream was er ook zonder de huidige publieke investeringen in de ruimtevaart geweest. Deze zullen nooit meer dan 5% van de omzet hebben uitgemaakt. Waar de downstream wél van heeft geprofiteerd: opleidingen in mensen. Technisch onderwijs. In de downstream gaat het hierbij vaak niet om echte ruimtevaartstudies, maar technische studies in zijn algemeenheid. Dat zit niet in het ruimtevaartbudget, maar de downstream profiteert er wel van. De suggestie hier: de vraag is hoe groot de downstream was als daar wél veel in was geïnvesteerd. Vroegere investeringen (demonstratieprojecten) waren overigens wél zeer waardevol voor de downstream en hebben de ontwikkeling van de sector geholpen.
- Voor de upstream en de wetenschap geldt een ander verhaal. Hier zijn publieke investeringen wel nodig. Belangrijk onderscheid met de downstream vinden we in de mate waarin risico wordt gedragen over een lange tijdspanne. In de upstream en zeker de wetenschap duurt het een langere tijd voordat men van de baten kan profiteren. Er is daarom een belangrijke rol voor de overheid in het verkleinen van deze grote risico's.
- De ruimtevaartsector (met name upstream en wetenschap) profiteert van echte 'ruimtevaartstudies'. De interactie loopt echter ook via een tweede route. Doordat Nederland een nationale ruimtevaartsector heeft, konden deze studies worden opgericht. Zonder nationale activiteiten was de kwaliteit van deze opleidingen lager geweest. Deze studies leiden vervolgens weer tot extra bedrijvigheid in Nederland. Samenvattend: human capital met relevante capaciteiten en van een voldoende hoog niveau is belangrijk voor de ruimtevaartsector.
- Nederland heeft een rijke historie in de ruimtevaart. Nederland onderschrijft het belang van ruimteonderzoek al 50 jaar. Maar die investeringen lopen al jaren terug. Dat is een crime; zolang we ESA-contributie betalen is het nationaal flankerend beleid nodig. Zonder nationaal beleid hebben we niets aan de ESA-bijdragen, het is juist het flankerend beleid waarmee de wetenschappelijke toponderzoeken gedaan worden. Als Nederland is uitverkoren voor een ESA-project, is het al internationaal op topniveau wetenschappelijk gereviewed. Dit zou moeten meewegen in de moeite die het soms nog kost om vervolgens de financiering vanuit Nederlandse wetenschapsgelden op orde te krijgen.
- In het verleden had Nederland een basisregeling voor ondersteuning van zowel de up- en downstream (eerst NRT, daarna voortgezet in de PEP-regeling). Deze ondersteuning had een cruciale rol, en dat wordt nu gemist.
- De PEP-regeling ging niet enkel om financiële ondersteuning: het vormde ook een selectiemechanisme. Alleen projecten van een internationaal concurrerend niveau werden goedgekeurd en projecten in de regeling sloten aan bij de door ESA gevraagde TRL's (technology readiness levels) . Dit resulteerde in een focus op nationale specialismen. Daarnaast was de PEP-regeling ook goed voor het (kleine) MKB; daar komt men er nu wat bekaaid van af.

Toekomstontwikkelingen en beleidsimplicaties: schriftelijke antwoorden

Vragen	Antwoorden
Internationale / Europese ontwikkelingen met een belangrijke impact op NL'se ruimtevaartcluster?	<ul style="list-style-type: none"> - EU Copernicus (Sentinels, Services) - EU Galileo - EU Situational awareness - Open data - Commercialisatie van de ruimtevaart → Kans voor industrie mits NL instrumenten in beleid daarop gericht is. Zwakte: lange termijn beleid/keuzes in NL - Copernicus programma - Instrumentontwikkeling - Grotere ketenbenadering (low TRL→high TRL) - Passende financieringsvormen - Megaconstellaties van kleine satellieten - Quantum encryptie - Veel grotere rol bedrijfsleven - NL moet meer focus aanbrengen. Focussen op: <ul style="list-style-type: none"> - Systemen bouwen (ook bij constellaties) - Optische instrumenten - Doc initiatief/optische systemen - Laagvliegende satellietwaarnemingen voor micro-waarnemingen
Meest kansrijke maatschappelijke toepassingen (technologie x domein) in komende 20-30 jaar: 2-3 <i>blockbusters</i> ?	<ul style="list-style-type: none"> - Navigatie (autonome voertuigen) - Landbouw (omzet per jaar in NL?) - Luchtkwaliteit (monitoring) - Veiligheid (waarschuwingssystemen bij hazards) - Infrastructuur - Gezondheid - Compliance monitoring (EU regelgeving) - Aardobservatie (optisch + radar) - Quantum encryptie - Polarimeters - Klimaat/luchtkwaliteit (landbouw+water) - Miniaturisering (tech-ontwikkeling en kleine satellieten) → toepassingen in nieuwe domeinen (agro-food) - Big Science (grote faciliteiten)
Belangrijkste kansen & bedreigingen Nederlandse ruimtevaartcluster?	<p>Kansen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Raakvlak tussen upstream en downstream - Eerst downstream argument goed op orde hebben. Tegelijk ontwikkelen van vraagsturing! - Als klein land moeten we mee met de grotere spelers - Voorsprong met aantal instrumenten en key-technologieën (radar-instrumentatie) - Hoge resolutie data van andere satellietlanden <p>Bedreigingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bedreiging: kennis te makkelijk laten wegvloeien - Bedreiging: opletten voor China - Versnippering van activiteiten - NL heeft geen goede toegang tot data (Copernicus). Hier is beleid voor nodig.
Consequent investeren bestaande sterktes of	<ul style="list-style-type: none"> - Gefocuste keuze is nodig. Focus op luchtkwaliteit en klimaat.

nieuwe specialisaties ontwikkelen?	<ul style="list-style-type: none"> - Innovatiekrediet met een programmatische richting → ruimtevaart - Balans is belangrijk. Winnende racepaarden niet verkopen, maar ogen niet sluiten voor ontwikkelingen. - Focussen op zaken waar NL goed in is (systeemkracht bundelen). - Oppassen voor versnippering
Welke beleidsopties heeft de rijksoverheid om economisch en maatschappelijk rendement van investeringen in Nederlands/Europees ruimtevaartcluster (verder) te verbeteren?	<ul style="list-style-type: none"> - Versterking van nationaal programma voor wetenschap/industrie: lange termijn visie, een beleidsinstrument (PEP), gezamenlijke keuzes - Bewustzijn en kennisoverdracht van de RV bij: het brede publiek, beleidsmakers en industrie/MKB - Demonstratieprojecten voor upstream en downstream. Technisch, maar ook voor datagebruik. Ontwikkelaar + klant - Focussen op systeemaanpak. Systeemontwikkeling/bijdrage aan ontwikkeling van megaconstellaties + energieconversiesystemen. - Re introductie van PEP. Push van TRL-levels. - Focus op low TRL - Minder competitie - Keuzes maken! Op basis van sterktes/thematiek - Ketenaanpak! - Overheid als launching customer - Meer coherentie van beleid tussen de ministeries op gebied van RV - SBIR voor de RV (als onderdeel van "ketenfinanciering") - Meer inhoudelijke deskundigheid bij overheid. - Overheid zou over meer deskundigheid op hoog niveau moeten beschikken

Toekomstontwikkelingen en beleidsimplicaties: discussie

Vraag 1: Internationale / Europese ontwikkelingen met een belangrijke impact op NL'se ruimtevaartcluster?

- Megaconstellaties komen eraan. We kunnen hier het verschil maken met de Nederlandse kennis in instrumentatie/sensoren, gekoppeld aan de marktsegmenten waar de Nederlandse sector al een internationale positie in heeft. Wel moeten we een goed beeld hebben van de toepassingen waar we op willen inzetten. Constellaties bieden kansen voor Nederland zolang de Nederlandse expertise in instrumentatie en sensoren gekoppeld wordt aan specifieke toepassingen
- Nederland moet meer in ketens nadenken, gericht op de uiteindelijke toepassingen (zowel upstream, downstream als wetenschap). Zodat gezamenlijk TLR-levels omhoog gestuwd kunnen worden. Een ketenbenadering is essentieel als we zo veel mogelijk uit Europese ontwikkelingen willen halen. De lange termijnvisie is essentieel, maar ontbreekt steeds vaker.
- Belangrijk: de groeiende continuïteit van data. Met Copernicus wordt dat straks voor een groot deel gegarandeerd. Continu investeren in toekomstige satellieten voor de levering van data, of in de levensduur van satellieten, is belangrijk om die continuïteit te blijven waarborgen. Ook dit is een pleidooi voor ketenbenadering: in de ontwikkeling van instrumenten moet al nagedacht worden over (een deel van) de diensten die hiermee geleverd kunnen worden.

- Kansen m.b.t. Europees beleid: Nederland moet duidelijker maken wat we daar willen halen. Gerichtere keuzes maken. Het beperkte flankerend beleid maakt het echter moeilijker om optimaal gebruik te maken van de kansen die Europa biedt.

Vraag 2: Meest kansrijke maatschappelijke toepassingen (technologie x domein) in komende 20-30 jaar: 2-3 blockbusters?

- Beperkte discussie op basis van de schriftelijke antwoorden. Het is duidelijk dat toepassingen binnen aardobservatie het meeste genoemd worden.

Vraag 3: Belangrijkste kansen & bedreigingen Nederlandse ruimtevaartcluster?

- Zie ook discussie bij vraag 1. Verder wordt de toegankelijkheid van data als kans/bedreiging aangewezen. Op dit moment is het nog relatief moeilijk om toegang te krijgen tot veel data. Op gelijkwaardige basis als bijvoorbeeld de Duitsers en Fransen. De ontsluiting van data is nu slecht: ieder land moet zelf de ESA-data ontsluiten, hierin zou Nederland een voorsprong kunnen creëren. Nu nemen downstream bedrijven data uit de VS en India af, omdat ESA data niet levert.
- Continuïteit is erg belangrijk voor downstream-bedrijven. Als zij niet weten hoe lang data geleverd wordt, kunnen ze moeilijk een voorstel voor hun klanten maken.

Vraag 4: Consequent investeren bestaande sterktes of nieuwe specialisaties ontwikkelen?

- “Winnende racepaarden niet verkopen, maar ogen niet sluiten voor nieuwe ontwikkelingen”. 80% inzetten op bestaande sterktes, 20% voor vernieuwing.
- Vanuit politiek oogpunt zijn gerichte beleidsmiddelen een heikel punt; de trend in de afgelopen jaren was immers generiek beleid. Ruimtevaart-specifieke stimuleringsmiddelen passen niet in dat kader. De vraag is daarmee of de hoog-risico investeringen waar nog geen markt voor is, zoals voor veel ruimtevaartprojecten geldt, voldoende kans krijgen.
- Discussie: ontwikkeling op basis van vraagsturing of technology push? Verschillende relevante argumenten. In de astronomie moet de vraag duidelijk zijn voordat instrumenten gebouwd worden. Zo zou het ook in de industrie kunnen werken. Echter: teveel focus op vraagsturing leidt tot te sterk korte termijn denken. De uiteindelijke toepassingen zijn niet altijd duidelijk aan het begin van een traject. Een optie zou zijn om sterker in te zetten op vraagsturing, maar dan wel met een lange termijn visie. Investerings hoeven niet binnen enkele jaren tot direct gebruik te leiden.
- Wederom wordt het belang benadrukt van samenwerking door de hele keten. Dit zou van beide kanten moeten komen. De PEP-regeling en vroegere demonstratieprojecten speelden een belangrijke rol, door maatschappelijke gebruikers in contact te brengen met de industrie. Op dit moment praat men te weinig met elkaar. Er is geen middle ground waar partijen (gebruikers en ontwikkelaars, up- en downstream, maar ook juist partijen buiten de ruimtevaartsector, zowel privaat als wetenschap) elkaar treffen: men weet daardoor niet goed welke meerwaarde men elkaar heeft te bieden. Partijen die iets willen zijn niet in gesprek met de partijen die dit kunnen leveren of ontwikkelen. SBIR Space vormt in feite een alternatief voor de PEP-regeling. Dit is nu vooral gericht op de downstream, maar als in de toekomst meer budget beschikbaar komt kan ook de upstream meegenomen worden.
- De vraag blijft in hoeverre een benadering werkt waarbij de gehele keten gezien wordt; er zijn genoeg mogelijkheden om ‘aansluitende’ partijen in de keten te laten samenwerken, maar het is een stuk moeilijker om de downstream samen met de

wetenschap/upstream een satelliet te laten bouwen. De uitdaging ligt in het samenbrengen van zowel het begin (ontwikkelaar) als het einde (gebruiker) van de keten. De overheid zou hier als launching customer ook een rol in kunnen spelen.

Vraag 5: Welke beleidsopties heeft de rijksoverheid om economisch en maatschappelijk rendement van investeringen in Nederlands/Europees ruimtevaartcluster (verder) te verbeteren?

- Wederom: vraag en aanbod beter koppelen. Faciliteer ontmoetingen tussen de gehele keten. Wetenschap, industrie, downstream. Wetenschappers kunnen de industrie vaak niet inschakelen, omdat dat te duur is. Hier ligt een rol van de overheid; buitenlandse wetenschapsinstellingen kunnen dit vaak wel, door sterkere ondersteuning van buitenlandse overheden. Er is nu geen level playing field: veel intrinsieke kosten worden door overheidsinstellingen niet doorberekend, terwijl Nederlandse ondernemingen wel deze kosten moet rekenen. Als het veld zelf heeft afgestemd hoe te willen samenwerken op basis van de beste beschikbare kennis en expertises, dan zou de overheid daar vervolgens op in moeten zetten.
- De overheid zou een taak moeten hebben in het ondersteunen van activiteiten waar de risico's hoog zijn. Activiteiten waar een lange termijn blik essentieel is; wetenschap en innovatie in het begin van de keten. Er zou minder nadruk moeten liggen op het competitie-element in publieke financiering, aangezien dat activiteiten met minder risico bevoordeelt. Ook zijn we nu teveel bezig met het aanvragen van financiering, en te weinig met samenwerken. Als er vanuit ESA en met deskundigen al gekozen is voor een instrument, dan is het nu zo dat er óók nog het nationale beleid overtuigd moet worden voor financiering. En dat kost erg veel tijd; de aansluiting op internationaal beleid is hier onvoldoende. Voorbeeld hoe het ook kan: Engeland heeft een voorprogramma waarmee partijen ondersteund worden in het verkrijgen van Europese opdrachten/financiering. Er vindt eerst een nationale selectie plaats, waarna vervolgens samen opgetrokken wordt richting Europa. Dit is betere en snellere werkwijze.
- Uitvoering beleid bij ministeries: op dit moment is er niet genoeg expertise binnen de diverse ministeries of hangt het erg op individuele ambtenaren. Veel ervaring zit nu bij NSO. Uiteindelijk moet de financiering vanuit ministeries komen, NSO is enkel uitvoerend. Maar dat wordt een moeilijk verhaal als er onvoldoende expertise en awareness is bij deze ministeries. In het creëren van awareness ligt echter ook een taak voor de ruimtevaartsector zelf. Daarnaast heeft het gebrek aan ruimtevaart-specifieke expertise ook een effect op de verlening van generieke financiering; deze expertise is vaak nodig om een aanvraag goed te kunnen beoordelen. velden).

In onderstaande schema hebben de onderzoekers van Dialogic/Decisio de beleidsuggesties zoals die gedaan zijn gedurende de workshop op een rij gezet en geordend naar de 5 overwegingen die in paragraaf 5.3 zijn genoemd. In de hoofdtekst van 5.3 zijn alleen die suggesties opgenomen die ook uit de analyse van de onderzoekers zijn voortgekomen.

Verhouding Europees ruimtevaartbeleid en nationaal flankerend beleid

1. Overweeg om zowel de bijdrage aan ESA/EU alsook het flankerend beleid te verruimen.
2. Maak nadrukkelijker keuzes binnen ESA's optionele programma's.
3. Investeer middels een voorprogramma in verkrijgen Europese opdrachten/financiering.
4. Voorkom dubbele beoordeling ESA –projecten waarvoor Nederland al is uitverkoren.
5. Treed vaker op als aankoper van innovatieve ruimtevaarttoepassingen.

Verhouding upstream en downstream

6. Hanteer nadrukkelijker een ketenbenadering gericht op de uiteindelijke toepassingen.

7. Vergroot de bewustwording van toepassingsmogelijkheden van ruimtevaart in typische overheidsdomeinen.
8. Investeer zo mogelijk in toekomstige satellieten (of in de levensduur van satellieten) om continuïteit in toepassingsdomeinen te blijven waarborgen.
9. Ga na in hoeverre generieke innovatiebeleidsinstrumenten volstaan en overweeg een regeling als de PEP-regeling te herintroduceren.

Verhouding *technology push* (aanbodsturing) en *technology pull* (vraagsturing)

10. Stimuleer dat vooral jonge ondernemingen in de ruimtevaartsector ook nadrukkelijk aandacht besteden aan vaardigheden op het gebied van marketing, sales en opschaling van diensten (incubators, coaching).
11. Overweeg of bij de ontwikkeling van bijvoorbeeld megaconstellaties overheid kan optreden als *launching customer*.

Verhouding bestaande sterkten of het opbouwen van nieuwe specialisaties

12. Verruil niet een toppositie op een thema voor een 'startpositie' in een ander domein.
13. Reserveer (beperkt) deel van budget voor investeringen in nieuwe thema's.

Verhouding coördinerend departement en andere vakdepartementen

14. Vergroot het bewustzijn en beschikbare expertise bij de diverse vakdepartementen als het gaat om de verschillende toepassingsmogelijkheden van satellietdata en -toepassingen.
15. Ga verder ook na of de interdepartementale afstemming op directorenniveau mogelijk is.
16. Versterk ruimtevaart specifieke deskundigheid voor beoordeling innovatie en financieringsaanvragen.
17. Maak gebruik van generieke regelingen mogelijk door ruimtevaart-specifieke toepassing mogelijk te maken (specifieke randvoorwaarden, deelbudgetten).

Bijlage 6. Leden begeleidingscommissie

Onderstaande personen waren lid van de begeleidingscommissie van deze studie:

- Hans de Groene – NWO (voorzitter)
- Angela Förch – Ministerie van Onderwijs, Cultuur & Wetenschap
- Frits von Meijenfeldt – Ministerie van Economische Zaken
- Johan Verbruggen – De Nederlandsche Bank
- Nico van Putten - NSO
- Theo Roelandt – Ministerie van Economische Zaken
- Wim Ploeg – Ministerie van Infrastructuur & Milieu



Contact:

Dialogic
Hooghiemstraplein 33-36
3514 AX Utrecht
Tel. +31 (0)30 215 05 80
Fax +31 (0)30 215 05 95
www.dialogic.nl