

# De Nederlandse Soyuz missie DELTA

*Ir. D. de Hoop  
Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart*



André Kuipers zal in april 2004 met een Soyuz capsule naar het internationale ruimtestation ISS gaan om daar tijdens de Nederlandse DELTA missie onderzoek te doen. In ISS zijn al veel experimenten op de gebieden van fysica en levenswetenschappen verricht. Europa heeft sinds 2001 missies met de Soyuz uitgevoerd, waardoor Europese astronauten vaker naar ISS gaan en meer Europees onderzoek kan worden gedaan. Voor Nederland is deze missie uit velerlei oogpunt van belang. In dit artikel wordt kort ingegaan op de achtergronden van DELTA, de opbouw en het gebruik van ISS, de rol van Europa en de Nederlandse bijdrage. De voorbereidingen en de ontwikkeling van experimenten en instrumenten voor DELTA zullen worden toegelicht.

## Inleiding

In ISS zijn sinds de lancering van het eerste element in 1998 veel experimenten uitgevoerd, vooral op het terrein van experimenten naar fysische en biologische verschijnselen. Deze experimenten werden behalve door de vaste bemanning ook door Europese astronauten uitgevoerd, die voor enkele dagen met de spaceshuttle naar ISS werden gebracht. Mede door de vertraging van het ISS programma, waardoor er jaarlijks minder Europese astronauten naar ISS kunnen gaan om daar Europees onderzoek te doen, heeft ESA additionele vluchten met de Russische Soyuz capsule naar ISS uitgevoerd. Er hebben sinds 2001 vier van deze missies plaatsgevonden, waarmee een Europeaan naar het ISS ging voor de duur van tien dagen. In april gaat André Kuipers naar ISS met de Rus Genadi Padalka en de Amerikaan Mike Fincke, die daar zullen blijven als inmiddels alweer de negende vaste bemanning voor ISS. André keert met een ander Soyuz voertuig terug. Hij gaat een twintigtal Nederlandse experimenten uitvoeren in innovatieve instrumenten, waaraan Nederlandse wetenschappelijke en technologische instellingen en bedrijven hebben meegewerkt. Deze vlucht zal ongetwijfeld de aandacht vestigen op het grote belang van de ruimtevaart voor onze samenleving en hopelijk zal hierdoor de belangstelling voor wetenschap en techniek bij de jeugd toenemen.

## Status ISS ruimtestation-programma en het gebruik

Het huidige ISS, waarbij de VS, Rusland, Japan en Europa nauw met elkaar samenwerken, werd in de jaren negentig ontworpen. Europa doet vooral via de ESA mee aan ISS en draagt voor circa 8% van de totale kosten bij, waardoor Europa het ruimtestation kan benutten voor onderzoek. Nederland neemt voor 2% deel aan het ISS exploitatieprogramma. Het eerste ISS element, Zarya, werd in november 1998 door een Russische Proton gelanceerd, waarna in 2000 en 2001 de belangrijke laboratoria Zvezda en Destiny aan ISS werden gekoppeld. Tot begin 2003, toen het tragische ongeval met spaceshuttle Columbia plaatsvond, hebben zo'n dertig missies naar ISS plaatsgevonden. Er moeten nog circa 20 missies (voor het grootste deel spaceshuttlevluchten als die weer mogen worden uitgevoerd) plaatsvinden om de gewenste configuratie te bouwen. De eerste permanente bewoners werden op 30 oktober 2000 met een Soyuz gelanceerd. Regelmatig kregen permanente bewoners via de spaceshuttle of Soyuz astronauten op bezoek, waarbij de meegebrachte onderdelen en apparatuur, zoals zonnepanelen, een robotarm en masten, aan en in ISS werden bevestigd. De achtste bemanning, die meer dan vijf maanden in ISS verbleef, zal met de DELTA missie worden afgelost.

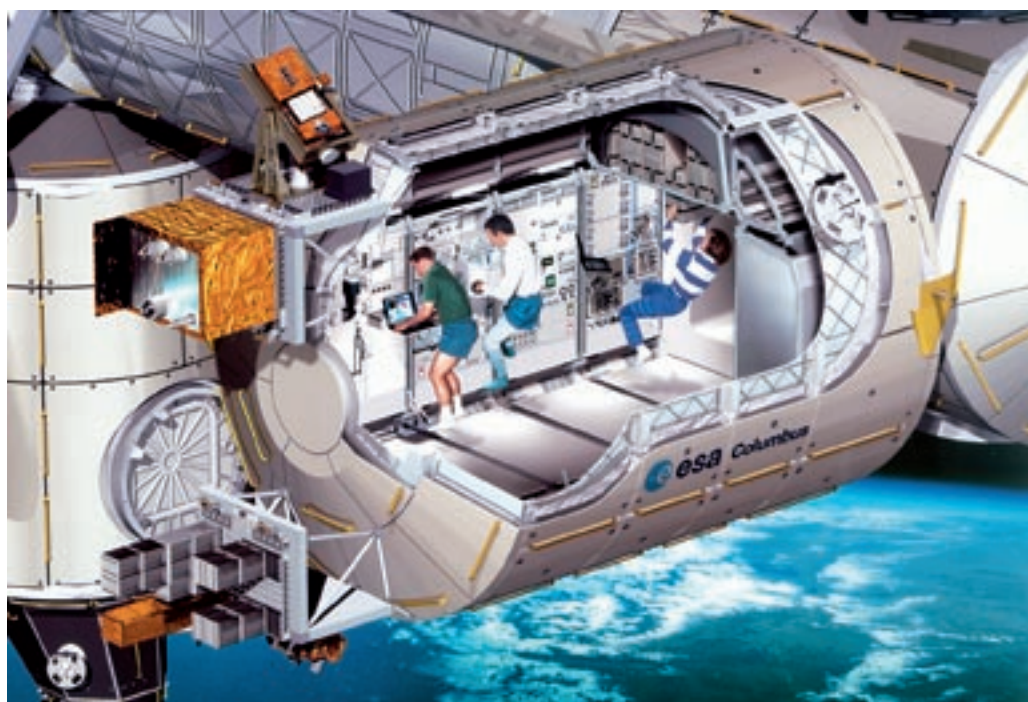
Als ISS gereed is, zal meer dan 400 ton aan materiaal in de ruimte zijn gebracht. De lengte van de ISS balken is dan 108 meter en de breedte is 78 meter. Zodoende kunnen meer dan drie ruimtevaarders permanent onderzoek verrichten in laboratoria die zijn vervaardigd door NASA, ESA, Japan en Rusland en op een hoogte van circa 350 kilometer rond de aarde cirkelen. Het Europese laboratorium Columbus zal waarschijnlijk in 2006 aan ISS worden gekoppeld en enkele jaren daarna het Japanse laboratorium Kibo. De kosten van de opbouwfase bedragen meer dan 100 miljard dollar, inclusief de kosten van alle partners, de shuttlelanceringen en het gebruik in de eerste jaren. De bouw van alleen ISS wordt geraamd op meer dan 50 miljard dollar. Europa draagt voor ruim vier miljard euro bij aan de bouw van ISS. De Nederlandse bijdrage aan de bouw van ISS is ruim 30 miljoen euro. Daarnaast draagt Nederland bij aan de ontwikkeling en bouw van onderdelen zoals de robotarm ERA en de *glovebox* MSG. Nederland neemt ook deel aan de nieuwe ESA programma's van behoorlijke omvang voor het gebruik van ISS tot na 2010.

In ISS kan een veelheid aan onderzoek worden uitgevoerd. De nadruk ligt op zogenaamde microgewicht disciplines, zoals ruimteonderzoek op de gebieden van bio-

logie, biotechnologie, humane fysiologie, vloeistoffysica, materiaalkunde, fysica en chemie. In ISS wordt ook onderzoek aan astronauten en apparatuur uitgevoerd om het langdurige verblijf van de mens in de ruimte te testen. Dit onderzoek is ook van belang voor de geplande bemande missies naar Mars. ISS wordt ook politiek van groot belang geacht vanwege de internationale samenwerking op het gebied van wetenschap en technologie. De resultaten van het onderzoek in ISS zijn tevens van belang voor aardse en militaire toepassingen, nieuwe communicatiesystemen en nanosatellieten. De spin-off betreft nieuwe materialen, betere kennis van medische processen (botontkalking, hartonderzoek) en een stimulans voor nieuwe technologieën (miniaturisatie).

### De Europese bijdrage aan ISS

Europa ontwikkelt en bouwt belangrijke onderdelen, zoals het Columbus laboratorium en de vrachtvoertuigen ATV (*Automated Transfer Vehicle*). Ook worden kleinere systemen en instrumenten vervaardigd zoals koppelstukken (*nodes*), het zogenaamde Cupola venster en de grote *European Robot Arm* ERA. Deze arm, die voor het grootste deel in Nederland door Dutch Space is ontwikkeld, is nagenoeg gereed om te worden gelan-



Het Europese laboratorium Columbus wordt mogelijk in 2006 aan het ISS gekoppeld. [ESA/D. Ducros]



André Kuiper traint met de MSG waarin het ARGES instrument is geplaatst. [ESA/André Kuipers]

ceerd. Mede vanwege de problemen met de spaceshuttle is de datum van de lancering echter nog onbekend. Verder vervaardigt ESA faciliteiten voor onderzoek zoals de grote *Microgravity Science Glovebox* MSG en koelsystemen die aan NASA worden geleverd. MSG is al sinds midden 2002 intensief gebruikt, ook tijdens Europese Soyuz missies. Het laboratorium Columbus is cilindervormig, heeft een lengte van 6,7 meter en is 4,5 meter in diameter. De configuratie van ATV's wordt aangepast aan het doel van de missie. In een cilindervormige module worden instrumenten vervoerd. Een ander deel van ATV bevat tanks met stuwstoffen, waarmee ISS in een hogere baan kan worden gebracht. Na de eerste ATV lancering, die begin 2005 is gepland met een Europese Ariane-5 raket, wordt ongeveer elk jaar een ATV gelanceerd.

Europa ontwikkelt en bouwt faciliteiten voor onderzoek die in de grote laboratoria worden geplaatst. Er zijn instrumenten gebouwd waaronder Biolab, Cardiolab, rekken voor fysiologie, materiaalkunde en vloeistoffysica, een standaard rek voor multifunctioneel onderzoek (*European Drawer Rack*, EDR) en een rek voor biologisch onderzoek (*European Multi Cultivation System*, EMCS).

## De bijdrage van Nederland aan ISS

Nederland neemt deel aan programma's die betrekking hebben op ISS. Dit betreft ten eerste de deelname aan de twee grootste ESA programma's, namelijk de bouw van de elementen Columbus en ATV en de exploitatie van ISS. Hierbij ontwikkelden en vervaardigden Nederlandse bedrijven en instellingen, waaronder Dutch Space, Bradford, ATOS-Origin, Signaal, NLR, TNO, CCM en universiteiten, subsystemen, componenten, software en instrumenten voor onderzoek. Zo werden voor Columbus massageheugens, softwaremodules en kleppen vervaardigd en voor ATV werden zonnepanelen gemaakt en componenten voor de warmtehuishouding. Er werden onderdelen vervaardigd zoals een glovebox voor Biolab, een bloeddrukmeter voor Cardiolab en warmtehuishoudingsystemen, experimentcontainers en componenten voor EDR en EMCS.

Nederland heeft in kleinere ESA programma's over de ontwikkeling van delen van ISS een behoorlijke rol vervuld. Dutch Space is de hoofdaannemer van de ontwikkeling en de bouw van ERA. Deze elf meter lange arm kan zich over het Russische deel van ISS bewegen als een wandelende tak door een ingenieus

André Kuipers, tezamen met Valery Tokarev, traint in de Soyuz TMA simulator in Sterrenstad bij Moskou. [ESA/S.Corvaja]



grijpsysteem dat is bevestigd aan elk uiteinde. Het grootste deel van de glovebox MSG is in Nederland vervaardigd door de firma Bradford Engineering. Ook houden Nederlandse instellingen, zoals het NLR en de firma DESC, zich bezig met het gebruik van ISS.

### Voorbereidingen

Nederland heeft op veel niveau's voorbereidingen getroffen voor deze DELTA missie, waarvan de naam staat voor *Dutch Expedition for Life science, Technology and Atmospheric research*. Deze naam refereert ook aan de Nederlandse Deltawerken en op deze manier aan de innovatieve kracht van Nederland. De ministers van Economische Zaken en van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen hebben hierbij een actieve rol gespeeld. ESA, die ook kosten voor haar rekening neemt, waaronder de opleidingskosten van André, is ook bij DELTA actief. Het land dat een Soyuz missie ondersteunt en de meeste experimenten levert, moet aan Rusland een bijdrage betalen voor de kosten van die missie (voor Nederland was dat circa 12 miljoen euro). Daarnaast zijn er kosten voor de ontwikkeling en bouw van instrumenten, de missievoorbereiding en dergelijke. Nederland heeft met ESA en Rusland veel gesprekken gevoerd over deze missie die de Russische naam Soyuz Vlucht 8S kreeg. De Nederlandse overheid gaf voor de uitgaven voor deze mis-

sie formeel op 5 december 2002 het groene licht. De heenreis is gepland op 19 april vanaf het Baikonur cosmodrome in Kazakstan met de Soyuz TMA-4, die op 21 april aan ISS zal koppelen. De terugreis vindt plaats op 30 april (een dag later dan eerst het plan was) met de Soyuz TMA-3, die een half jaar lang als reddingboot voor de ISS bemanning diende. De landing vindt plaats op de steppe van Kazakstan.

Diverse voorbereidende activiteiten hebben plaatsgevonden, waarbij personen in Nederland actief zijn geweest variërend van overheid, instellingen als SRON en NIVR en vanzelfsprekend wetenschappers en technologiënen van universiteiten (Eindhoven, Utrecht, Amsterdam, Groningen, Rotterdam en Wageningen). Bovendien waren bedrijven en instellingen (Dutch Space, TNO, NLR, Philips en CCM) actief. Dat André dag en nacht in touw was, behoeft geen betoog. Hij licht zijn trainingsactiviteiten toe via een dagboek op de ESA website en is vaak op de radio te horen en trad op in TV programma's. Begin 2002 werd een inventarisatie gemaakt van mogelijke Nederlandse experimenten. De meeste voorstellen waren al door ESA geselecteerd voor een mogelijke ESA missie. Midden 2002 werd een lijst opgesteld van een twintigtal kandidaat experimenten. Begin 2003, na de formele goedkeuring door de overheid, werden de voorstellen verder gedefinieerd, waarna prototypes van de instrumenten werden gemaakt en getest. Midden 2003

werden de *final reviews* gehouden, die nagevoeg allemaal goed verliepen. Na nog enkele testen in de VS, werd de officiële bevestiging gegeven van alle huidige experimenten zodat kon worden begonnen met het maken van de vluchtwaardige instrumenten.

Bedrijven en instellingen hebben hard gewerkt aan het maken van deze instrumenten. Zo heeft de TU van Eindhoven samen met onder meer Philips en Dutch Space in een record tempo een erg ingenieus instrument gemaakt en getest. Hierbij zijn ook in de VS proeven met het ARGES instrument gedaan in de glovebox MSG. Dutch Space heeft TNO geassisteerd bij het SUIT trilvest experiment. Een vluchtwaardig vest is in Leiden vervaardigd en het NLR heeft activiteiten verricht voor het gebruik. CCM in Nuenen heeft containers vervaardigd voor wetenschappers van de universiteiten van Utrecht, Amsterdam en Wageningen. Medewerkers van ESTEC hebben ondersteunende werkzaamheden verricht, zoals het verrichten van testen, het begeleiden van de ontwikkeling en het uitvoeren van analyses over de veiligheid. Ook medewerkers van DESC en SRON waren actief bij de begeleiding van experimenten. ESA zal de experimenten tijdens de vlucht begeleiden. In het ESTEC Erasmus gebouw is een apart centrum hiervoor gedefinieerd. Nederlandse instellingen, waaronder Dutch Space en NLR, zullen ESTEC hierbij behulpzaam zijn. Vanzelfsprekend spelen de experimentatoren hierbij een hoofdrol. De voorbereidingen verlopen goed op schema. Op 29 januari is al een groot deel van de instrumenten (onder meer de grote instrumenten ARGES en SUIT van de TU Eindhoven en TNO) door het onbemande Russische voertuig Progress naar ISS gebracht, waarna alles veilig in ISS werd opgeslagen. Inmiddels zijn in het Erasmus gebouw faciliteiten aangebracht om de missie te begeleiden. Hierin zullen tientallen Nederlandse wetenschappers en technici in het operationele centrum van ESTEC André assisteren bij zijn proeven.

## Experimenteren in DELTA

André Kuipers zal experimenten uitvoeren die voor het merendeel zijn voorbereid door Nederlandse instellingen. SRON, DESC en

NLR hebben een belangrijke rol gespeeld bij de coördinatie van het experimentenpakket. Een aantal van deze experimenten betreft onderzoek in vervolg op experimenten in onder meer raket- en Spacelab-missies. Er zijn nieuwe technologische experimenten bij over lampen en een trilvest. De experimenten zijn verdeeld in de categorieën biologie, fysica en technologie, humane fysiologie, aardobservatie en educatie.

Er zijn drie natuurkundige en technologische experimenten, namelijk ARGES over energiezuinige plasmalampen, SUIT over de oriëntatie van een ruimtevaarder met een trillend vest en HEAT over efficiënt koelen in de ruimte. Het ingenieuze apparaat ARGES van de TU Eindhoven en Philips bevat een carrousel van 20 lampen, waarbij energiezuinige gasontlading lampen worden getest. In ISS worden plasmafysische verschijnselen onderzocht omdat bij het onderzoek daarbij op aarde, door de zwaartekracht, problemen optreden. Het onderzoek dat in de glovebox MSG wordt uitgevoerd, is dus erg relevant voor een bedrijf als Philips. Dergelijk toegepast onderzoek wordt overigens momenteel sterk gestimuleerd door ESA, NASA en de Nederlandse overheid. TNO in Soesterberg heeft al voor piloten een vest met trilelementen getest, waarbij trillingen informatie geven over hun positie. Dutch Space en TNO hebben nu een ruimtewaardig vest gemaakt waarmee André zal proberen zich beter te oriënteren in de ruimte. Er zijn ook aardse toepassingen, namelijk vesten voor brandweerlieden en visueel gehandicapte personen. Bij het HEAT experiment worden nieuwe typen warmtepijpen getest voor toepassing in ruimtesystemen (onder meer in grote communicatiesatellieten) om meer efficiënt de warmtehuishouding te regelen.

Biologische experimenten worden uitgevoerd met betrekking tot het interne skelet van plantencellen (Universiteit van Wageningen), de invloed van de zwaartekracht op ontstekingsreacties (AMC Amsterdam), de invloed van de zwaartekracht op de cellen van zoogdieren (Universiteit Utrecht) en botontkalking in de ruimte (Vrije Universiteit Amsterdam). De experimenten op het gebied van humane fysiologie gaan over onderzoek aan het hart, bloeddruk en dergelijke van de astronauten.

Ook worden problemen aan het evenwichtsorgaan en pijn in de rug bestudeerd. Deze experimenten hebben een nauwe relatie met aardse problemen. Zo wordt de bloeddruk van astronauten voor en na de vlucht op een kieptafel van het AMC in Amsterdam gemeten om meer inzicht in de bloeddrukregeling te verkrijgen om verschijnselen van duizelingen beter te leren begrijpen. De bloeddruk en hartslag van André wordt in ISS gemeten en bewaakt. Er wordt onderzoek verricht naar ruimteziekte, waarbij proeven aan het evenwichtorgaan en de beweging van de ogen van astronauten worden gedaan. Ten slotte worden monsters genomen van micro-organismen in ISS om te onderzoeken of bacteriën in de ruimte sneller groeien.

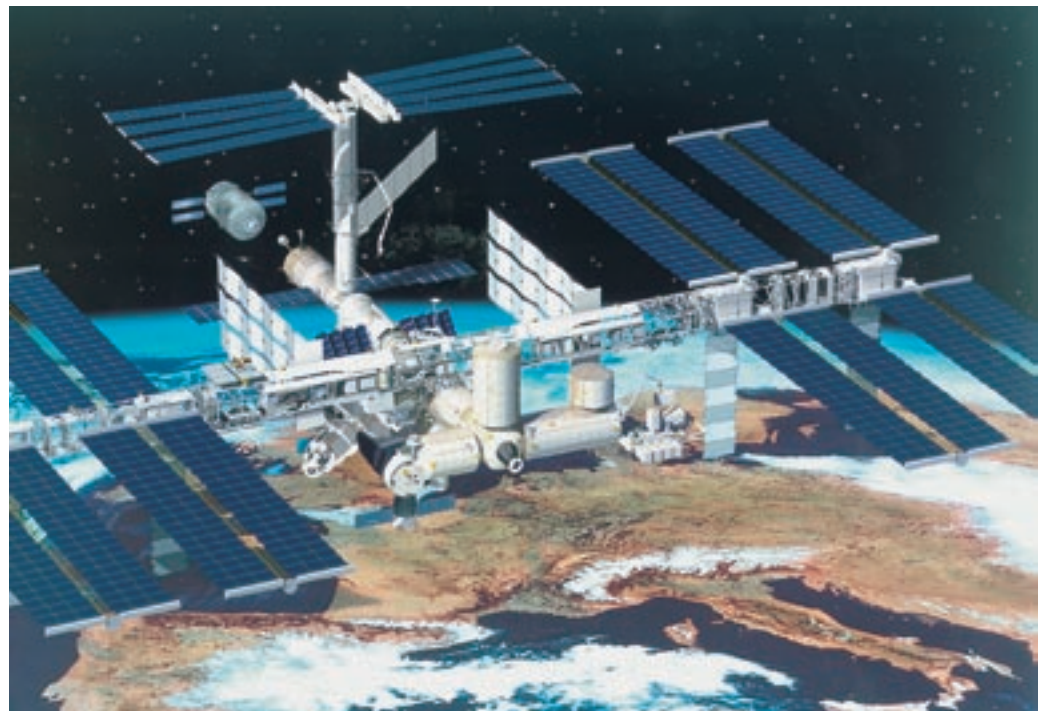
Er wordt ook een experiment op het gebied van aardobservatie verricht, waarbij zogenaamde *sprites* (lichtverschijnselen boven onweersbuien) worden onderzocht. Deze verschijnselen zijn wel in de ruimte maar niet op aarde zichtbaar. Ook zal André experimenten van educatieve aard uitvoeren. Zowel André als ruim 50.000 scholieren gaan na hoe plantenzaadjes (raketsla) groeien. In de ruimte heeft licht en nauwelijks zwaartekracht invloed op de groeisnelheid en groeirichting. Ookvoert André een studentenexperiment uit over de invloed van mogelijke snellere groei van bacteriën in een brandstofcel. Hierdoor geven dergelijke brandstofcellen mogelijk in de ruimte meer energie af.

## Training en activiteiten van André Kuipers

Een uitvoerige beschrijving over André en zijn activiteiten zou hier moeten worden geplaatst vanwege zijn belangrijke rol in deze missie. Echter op de ESA website en ook in andere artikelen is de rol van André al uitvoerig toegelicht, zodat een korte samenvatting hier volstaat. De arts André Kuipers (45) werd in 1998 geselecteerd als ESA astronaut en in 1999 voegde hij zich bij het Europese astronautenteam. Bij Nederlandse instituten verrichtte André onderzoek aan ruimteziekte en bij ESTEC hield hij zich al vanaf 1991 bezig met fysiologische experimenten voor Spacelab en Mir. In 1991 was hij één van de vijfkandidaat-astronauten die door het NIVR waren geselecteerd. Vanaf 2002 volgde André trainingen in Keulen en Moskou, waarbij hij volop de Belgische en Spaanse Soyuz missies ondersteunde. Vanaf midden 2003 legde hij zich toe op de DELTA missie.

## Het belang van DELTA

DELTA heeft effect op veel terreinen van onze samenleving. Nederlandse gebruikers krijgen door deze missie een extra stimulans om innovatief onderzoek in ISS te doen. De resultaten van DELTA kunnen er toe leiden dat andere Nederlandse en Europese weten-



Het ISS zoals het er uiteindelijk uit zal zien. [ESA/D. Ducros]



De Soyuz draagraket wordt van het assemblagegebouw MIK naar de lanceerplaats gebracht voor de ODISSEA missie in oktober 2002. [ESA/S. Corvaja]

schappers nieuwe voorstellen voor onderzoek zullen doen. Ook hebben experimenten van bijvoorbeeld TNO en de TU Eindhoven een zekere spin-off. Het onderzoek op aarde en de experimenten in ISS vullen elkaar aan.

Een ander belangrijk aspect van DELTA is dat door deze missie weer eens de aandacht wordt gevestigd op het grote belang van ruimtevaart voor onze samenleving. Hoewel de burger dit belang erkent, wordt vaak opgemerkt dat hieraan meer aandacht moet worden geschonken. Iedere burger en politicus beseft dat satellieten zorgen voor betere communicatie, snellere nieuwsvoorziening en een beter weerbericht. Orkaanwaarschuwingen die worden verkregen door het verwerken van gegevens van weersatellieten redden jaarlijks honderden mensenlevens. Ook wordt de klimaatproblematiek en verontreinigingen op aarde en in zee bijgehouden door satellieten. De ruimtetehnologie (ook van bemande ruimtevaartprojecten als ISS en DELTA) worden op andere gebieden in aardse systemen toegepast. De media zullen hopelijk behalve aan DELTA, ook aandacht schenken aan het belang van ruimtevaart voor onze samenleving.

Politici, overheid en beleidsmakers willen regelmatig vernemen dat investeringen er dubbel en dwars uitkomen. Voor ruimtevaart is dat eveneens het geval. De Europese Unie

heeft in 2003 al met groen- en witboeken duidelijk gemaakt dat ruimtevaart zeer relevant is voor onze samenleving. Er moeten meer initiatieven worden genomen om de rol van Europa in wereldomvattende ruimtevaartactiviteiten te versterken. Hopelijk leidt de aandacht voor DELTA tot een beter inzicht van burgers en beleidsmakers in de resultaten van de ruimtevaart, terwijl de jeugd hopelijk meer belangstelling krijgt voor techniek en bètawetenschappen. De Nederlandse economie heeft een grote behoefte aan nieuw talent op deze terreinen om in de toekomst de concurrentie aan te kunnen op het gebied van innovaties en technologie.

De media heeft al veel aandacht besteed aan DELTA. Na enkele persconferenties en een persevenement tijdens de *Progress* lancering op 29 januari jl., hebben nieuwsuitzendingen hiervan melding gemaakt. André treedt op in journaals, jeugdprogramma's en nieuwsmagazines (zoals B&W en Netwerk), waarbij ook ministers aan het woord zijn geweest. Al vanaf begin januari is André elke maandag op de radio te horen. In de maanden februari tot april zijn lezingenavonden en -middagen georganiseerd over DELTA in Leiden, Amsterdam, Den Haag, Utrecht, Groningen en Lelystad. Tijdens en na de missie zullen er grote publieksevenementen worden gehouden die op een aantal websites worden aangekondigd en verslagen.