

Assemblage ISS weer hervat

Marco van der List
Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart (NVR)

Dit jaar komt er eindelijk een einde aan de meer dan twee jaren durende impasse rond de constructie van het International Space Station (ISS) sinds het ongeluk met de shuttle Columbia in februari 2003. Toch zal er geen sprake kunnen zijn van eenvoudigweg de eerder geplande activiteiten in de Amerikaanse ruimtevaart te hervatten. Zo zal de shuttle nu nog alleen gebruikt worden ten behoeve van de afbouw van het ISS, en wellicht nog belangrijker, de lancering van de Europese en Japanse modules, waarmee de Verenigde Staten hun belangrijke, nog openstaande verplichtingen naar deze internationale partners zullen inlossen.

Russen onderhouden het ISS

Sinds het verongelukken van de shuttle Columbia is het ruimtestation afhankelijk geweest van de Russische Progress en Soyuz ruimteschepen voor de aan- en afvoer van materiaal en ruimtevaarders. Omdat de Progress hooguit 2½ ton vracht mee kan nemen, (vergelijk dit met de negen ton laadvermogen van de MPLM die in de shuttle meegaat) was men genoodzaakt om vanaf april 2003 de permanente bemanning van drie ruimtevaarders naar twee terug te brengen. De kleine Progress ruimteschepen konden simpelweg niet genoeg voorraden zoals water en zuurstof meenemen om een driekoppige bemanning te onderhouden.

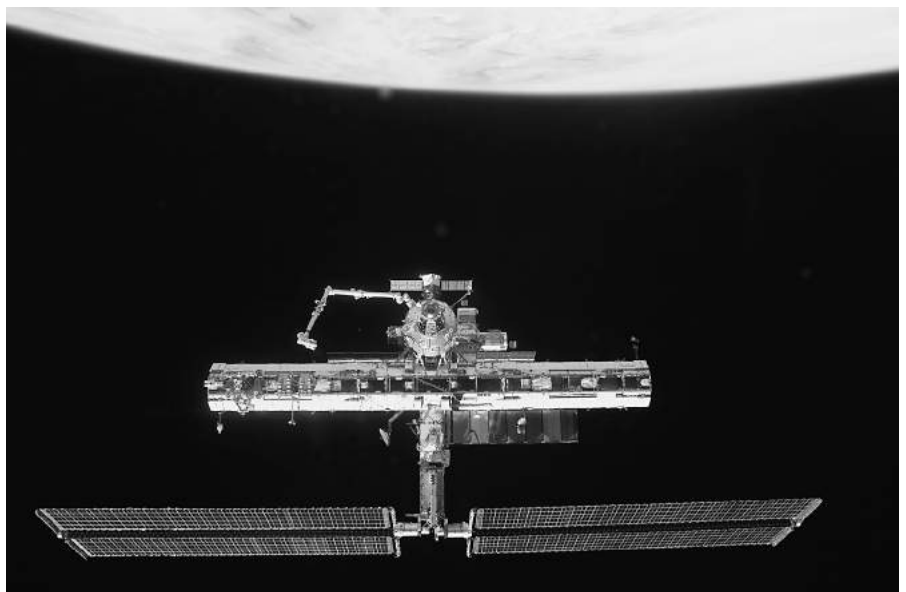
De zevende Expeditie bestond dus nog maar uit een Rus en een Amerikaan en deze samenstelling zal tot op zijn vroegst de hervatting van de shuttlevluchten blijven bestaan. Elke zes maanden vertrok een Soyuz met een nieuwe bemanning om de oude stambemanning af te lossen. Dit heeft natuurlijk zijn weerslag gehad op de hoeveelheid geplande wetenschappelijke programma's, waarvan het merendeel uitgesteld moest worden omdat de daarvoor benodigde onderzoekapparatuur eenvoudigweg niet aangeleverd kon worden. Zolang de shuttle niet zal vliegen, kan er geen sprake zijn van verdere assemblageactiviteiten om het station uit te breiden.

Bovendien hadden de kleinere bemanningen hun handen toch al vol aan het onderhoud en operationeel houden van het ISS.

Het aantal ruimtewandelingen moest noodgedwongen eveneens tot een minimum worden beperkt. De operationele regels dicteren namelijk dat een ruimtevaarder nooit alleen naar buiten mag, maar met een tweekoppige bemanning betekende dat wel dat het ruimtestation tijdens een kosmisch uitstapje onbemand zou moeten blijven. In dat geval kan er niemand ingrijpen als er aan boord een urgent probleem zou ontstaan. Toch werd op 8 april 2003, toen de driekoppige

Expeditie-6 nog aan boord was, een ruimtewandeling gemaakt om enkele noodzakelijke assemblageactiviteiten op de grote dwarsbalkstructuur van het Amerikaanse segment af te ronden. Deze waren blijven liggen na het laatste bezoek van de shuttle eind 2002.

Toch waren er nog diverse ruimtewandelingen noodzakelijk voor de kleinere stambemanningen. Zo werd er in 2004 een uitstapje gemaakt om defecte regelelektronica van een Amerikaanse gyroscoop te repareren, wat met succes afgerond kon worden. Ook werd tijdens latere ruimtewandelingen rendez-vous apparatuur geïnstalleerd ten behoeve



Zo zag het ISS eruit ten tijde van het laatste shuttlebezoek in december 2002. Sindsdien is de assemblage van het station tot stilstand gekomen. [NASA]

van de in 2005 te lanceren Europese ATV vrachtaarder. Het feit dat er ook nog problemen ontstonden met de koelsystemen in de Amerikaanse ruimtetekken en dus alleen de Russische apparatuur en luchtsluis gebruikt konden worden voor alle ruimtewandelingen, maakte de situatie er niet bepaald gemakkelijker op. De Russen konden hiermee wel hun enorme ervaring op gebied van langdurige ruimtevluchten

opgedaan aan boord van de Mir tentoonstellen.

Europeanen bezoeken ISS

Ongeveer elke zes maanden bracht een Soyuz TMA een nieuwe tweekoppige bemanning naar het ruimtestation. Op de lancering van Expeditie-7 in april 2003 na, werd bij elke vlucht

de derde zetel in de Soyuz ingenomen door een gastkosmonaut die na ongeveer tien dagen met de oude bemanning naar de aarde terugkeerde. Tweemaal kon op deze wijze een Europese ruimtevaarder een bezoek aan het ruimtestation brengen; de Spanjaard Pedro Duque in oktober 2003 en de Nederlander André Kuipers in april 2004. De benodigde apparatuur voor de experimenten van dit tweetal waren eerder door de onbemande Progress ruimteschepen aangevoerd. Na het vertrek van de bezoekers zou de vaste bemanning verder met deze apparatuur werken, wat de wetenschappelijke opbrengst alleen maar vergrootte en mooi meegenomen was in deze relatief rustige onderzoekperiode voor het station. In oktober 2004 kon er geen Europese passagier gevonden worden en reisde de Rus Yuri Shargin met de tiende stambemanning naar het ruimtestation voor het uitvoeren van enkele Russische experimenten en het helpen bij onderhoud en reparaties.

In april 2005 heeft de Italiaan Roberto Vittori de elfde Expeditie naar het ISS vergezeld. Al in april 2002 vloog Vittori in de Soyuz TM-32 naar het ruimtestation, zodat hij de eerste Europeaan is die het ISS tweemaal bezoekt. Verder zal de Duitser Thomas Reiter in de tweede helft van 2005 ongeveer een half jaar aan boord van het station wonen. Reiter zal met de tweede shuttlevlucht in juli 2005 arriveren en zich bij de tweekoppige Expeditie-11, die zich al sinds april aan boord zal bevinden, voegen. Eerder bracht Reiter al in 1995 bijna 180 dagen door in het Russische ruimtestation Mir.

Uiteindelijke configuratie aangepast

Op 26 januari 2005 ontmoetten de leiders van de Amerikaanse, Russische, Europese en Japanse ruimtevaartorganisaties elkaar in Montreal in Canada om het ISS programma te bespreken en te bepalen welke stappen er nodig zijn



In de Orbiter Processing Facility controleren technici het neus landinggestel van de spaceshuttle Atlantis. Atlantis wordt gereed gemaakt voor de tweede Return-to-Flight missie, STS-121. [NASA]

om het internationale project voort te zetten. De partners herbevestigden hun bereidheid om aan hun verplichtingen te voldoen, om de assemblage van het ISS voor het einde van het decennium af te ronden en om het ISS te gebruiken op een wijze welke het wetenschappelijk onderzoek van elke deelnemer dient en uiteindelijk de verdere exploratie van de ruimte.

Al voor het ongeluk met de shuttle, had NASA al een gereduceerde configuratie gedefinieerd van het Amerikaanse segment van het ISS, de zogenaamde *Core Complete*. In dit plan was gesteld dat de Amerikaanse assemblage gereed zou moeten zijn met de lancering van de koppelmodule Node-2. Andere elementen zoals een grote woonmodule of een te ontwikkelen reddingsshuttle (*Crew Rescue Vehicle*, CRV) waardoor zes- of zevenkoppige stambemanningen mogelijk zouden worden, waren in dit plan al komen te vervallen. Door de Node-2 te lanceren, kan NASA tenminste aan de internationale afspraken voldoen door een koppelpunt beschikbaar te stellen voor de Europese en Japanse laboratoriummodules. Mede door de druk vanuit de Amerikaanse overheid was NASA het eraan gelegen om deze *Core Complete* configuratie volgens schema en tegen zo gering mogelijke budgetoverschrijdingen te bereiken. De onderzoekcommissie die de ramp met de Columbia onderzocht, stelde later vast dat dit streven een onrealistisch lanceerschema voor de shuttle tot gevolg had met acht geplande lanceeringen in 2003. Een van de conclusies was dan ook dat NASA hiermee in een soortgelijke situatie met overvolle lanceerschema's was verzeild als ten tijde van het Challenger ongeluk.

Uiteindelijk zal de configuratie van het Amerikaanse deel van het ISS niet wezenlijk veranderen ten opzichte van voor het shuttle ongeluk. Belangrijke bijdragen, zoals de woonmodule, waren immers al geschrap. Nog steeds hebben de Verenigde Staten er baat bij om zo snel mogelijk de inter-

nationale partners in staat te stellen hun modules te lanceren, zodat de NASA zijn aandacht kan gaan richten op de in 2004 door president George W. Bush aangekondigde nieuwe programma's voor de bemande exploratie van de maan en Mars. De planning voorziet er nu in om begin 2007 de koppelmodule Node-2 te lanceren en rond 2010 de assemblage van het ISS af te ronden, waarna de shuttle uit bedrijf zal worden genomen. Tot die tijd zullen nog ongeveer 25 shuttlevluchten nodig zijn.

Na 2010 zullen de Verenigde Staten enkele jaren afhankelijk zijn van derden om hun astronauten van en naar het ISS te vervoeren. Het zal namelijk na 2010 nog minstens enkele jaren duren eer de opvolger van de shuttle, het aangekondigde *Crew Exploration Vehicle* (CEV), in gebruik zal kunnen worden genomen. Van de CEV wordt vereist dat deze zowel astronauten naar het ISS zal moeten kunnen brengen als mensen richting de maan en hopelijk zelfs nog verder weg. Hoewel de uiteindelijke vorm van de CEV nog niet bekend is, lijkt het erop dat deze ongeveer dezelfde doelstellingen zal vervullen als de Apollo-capsule uit het Amerikaanse maanprogramma uit de jaren zestig. Na afloop van de maanlandingen werden de overgebleven Apollo-capsules gebruikt om astronauten naar en van het ruimte-laboratorium Skylab te vervoeren en in 1975 een koppeling met een Russische Soyuz tot stand te brengen.

Met het reduceren van een groot gedeelte van de shuttlevluchten zal het ISS in de toekomst meer afhankelijk zijn van onbemande vrachtschepen zoals de Russische Progress, de in Europa ontwikkelde ATV en de Japanse HTV.

Het Russische segment

Rusland heeft aangegeven meer te willen investeren in de ontwikkeling

van het Russische segment van het ISS. Helaas heeft het ongeluk met de Columbia tot gevolg gehad dat de Russen hun aandacht de laatste twee jaren hebben moeten beperken tot het onderhouden van het gehele ISS, wat een zware belasting is voor het toch al geringe Russische ruimtevaartbudget. Het spreekt dan ook voor zich dat dit gegeven al tot enige irritatie heeft geleid tussen de internationale partners. Rusland heeft onder andere gesuggereerd dat Amerikaanse astronauten na de hervatting van de shuttlevluchten hand- en spandiensten zouden moeten verlenen aan hun Russische collega's in ruil voor de Russische inspanningen tot dusver. Omdat de Verenigde Staten niet toestaan dat er direct betaald wordt voor buitenlandse diensten, moet er een oplossing gevonden worden voor betaling in natura.

De situatie werd er niet makkelijker op toen begin 2005 de Russen meldden dat zij van plan zijn om de VS vanaf 2006 een financiële vergoeding te vragen voor het vervoer van Amerikaanse ruimtevaarders van en naar het ISS. Voor de Amerikaanse astronauten die gebruik maken van de Soyuz om naar het ISS te reizen zouden dan, net zoals de Europese ruimtevaarders of ruimte-toeristen, een bijdrage van ongeveer 12 miljoen euro betaald moeten worden. Hiermee geven de Russen duidelijk aan dat zij hun Soyuz ruimteschepen in ieder geval gedeeltelijk commercieel willen gaan exploiteren.

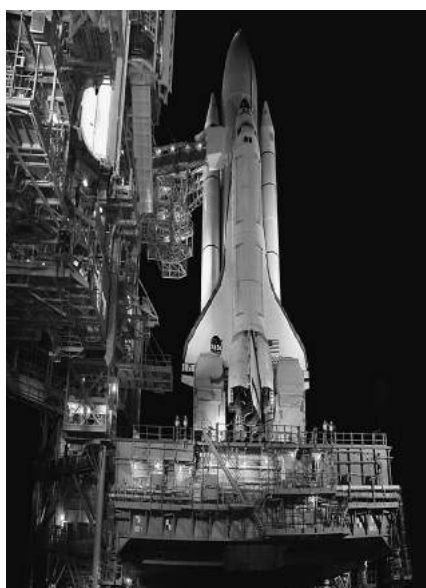
De Russen hopen hun segment van het ISS in 2011 volledig geassembleerd te hebben. In 2007 zal een wetenschappelijke module gelanceerd worden, gebaseerd op de FGB-2, de reservemodule voor Zarya. Men onderzoekt serieus de mogelijkheden om eventueel Kazakstan uit te nodigen om de FGB-2, die al voor 70% af is, uit te rusten met instrumenten. In 2009 zal de FGB-2 gevolgd worden door een platform met zonnepanelen en uiteindelijk in 2011 een tweede wetenschappelijke module.



Multi-Purpose Logistics Module Raffaello wordt gereed gemaakt om te worden geplaatst in spaceshuttle Discovery voor de Return-to-Flight missie die het naar het ruimtestation ISS moet brengen. [NASA]



Vladimir N. Dezhurov, lid van de derde Expeditie, tijdens een rustig moment in het Temporary Sleeping Station in de Destiny module. Voor het ISS grotere bemanningen kan huisvesten, zullen meer soortelijke slaapfaciliteiten geïnstalleerd moeten worden. [NASA]



Spaceshuttle Discovery gedurende een test waarin de External Tank volledig wordt geladen met cryogene stuwstoffen. [NASA]

Historie ISS

1998

De eerste twee modules van het ISS, de in Rusland gebouwde FGB Zarya en de Amerikaanse Node-1 Unity worden gelanceerd en in de ruimte aan elkaar gekoppeld.

1999

Door het telkens weer uitstellen van de lancering van de Russische woonmodule, wordt er dit jaar maar één enkele shuttlevlucht uitgevoerd naar het ruimtestation. Het ISS, dat nu een massa van ongeveer 35 ton heeft, blijft onbemand haar baantjes om de aarde draaien.

2000

Na nog een shuttlevlucht in mei om noodzakelijk geworden onderhoud aan de Zarya en Unity modules te verrichten, lanceren de Russen in juli dan eindelijk de Zvezda woonmodule. In de ruimte koppelt de onbemande Zvezda automatisch aan de Zarya/Unity combinatie. Later dat jaar voeren shuttles de eerste twee Truss elementen aan. In de Z1-Truss bevinden zich de gyroscopen voor de standregeling en de P6-Truss bevat de eerste grote set Amerikaanse zonnepanelen. Op 2 november wordt een mijlpaal bereikt als de eerste permanente bemanning, Expeditie-1 bestaande uit een Amerikaan en twee Russen, haar intrek in het ruimtestation neemt.

2001

Shuttles lanceren de Amerikaanse laboratoriummodule Destiny en de robotarm Canadarm-2. Ook de Italiaanse Multi Purpose Logistics Modules (MPLM) vliegen verschillende malen in het vrachtruim van de shuttle om voorraden van en naar het ISS te vervoeren. In juli wordt het station uitgebreid met de Amerikaanse luchtsluismodule Quest. Later dat jaar volgt ook een Russische luchtsluis welke door een Soyuz raket gelanceerd wordt.

2002

De assemblage verloopt nu in een hoog tempo als binnen een jaar de eerste drie elementen van de Amerikaanse Truss geassembleerd worden. Deze Truss zal uiteindelijk de grote dwarsbalk vormen waaraan de vier sets grote zonnepanelen bevestigd zullen worden. De shuttle voert in de MPLM's ook steeds meer wetenschappelijk instrumenten en onderzoekfaciliteiten aan. In juni wordt de in Nederland gebouwde Microgravity Science Glovebox in het Destiny laboratorium geïnstalleerd.

2003

Door het ongeluk met de shuttle komt de assemblage voorlopig stil te liggen. Nu alleen de kleinere Soyuz en Progress ruimteschepen beschikbaar zijn, wordt de vaste bemanning van drie naar twee ruimtevaarders teruggebracht. In april en oktober brengen Soyuz capsules nieuwe stambemanningen naar het station. Tijdens de vlucht in oktober vergezelt de Spanjaard Pedro Duque de achtste Expeditie.

2004

Ook dit jaar maar twee bemande Soyuz vluchten naar het ISS. In beide gevallen gaat het weer om het afwisselen van de zittende expeditie. In april vliegt onze landgenoot André Kuipers naar het ISS voor een vlucht van 12 dagen.

Toekomst ISS

In grote lijnen is hieronder de verdere assemblage van het ISS geschetst, zoals samengesteld uit de beschikbare informatie van de diverse partners in het project zoals dat op het moment van schrijven beschikbaar was. Actuele gebeurtenissen kunnen dit schema beïnvloeden.

2005

De shuttle zal weer voor het eerst in meer dan twee jaren gaan vliegen. De eerste twee van in totaal drie geplande vluchten zullen de geslonken voorraden van het ISS zodanig aanvullen, dat een driekoppige bemanning weer mogelijk wordt. Wellicht wordt dan nog voor het einde van het jaar de assemblage weer hervat met de lancering van een tweede set Amerikaanse zonnepanelen.

2006

Eerste vlucht van de door Europa ontwikkelde *Automated Transfer Vehicle* (ATV). Amerikaanse shuttles zullen de twee laatste sets zonnepanelen naar het ISS brengen waardoor de grote dwarsbalk helemaal geassembleerd kan worden. Tegen het einde van het jaar zal dan de koppelmodule Node-2 gelanceerd worden, waarmee de Amerikanen hun segment van het ISS als gereed beschouwen.

2007

Rond de jaarwisseling zal de Europese laboratoriummodule Columbus gelanceerd worden. Later dat jaar zal de Japanse module Kibo volgen. Ook de Russen zullen een wetenschappelijke module, gebaseerd op de FGB-2, lanceren. Samen met de FGB-2 zal ook de robotarm ERA omhoog gaan.

2008

Het externe Japanse experimentenplatform wordt aan de Kibo module gemonteerd. Ook wordt de koppelmodule Node-3 gelanceerd.

2009

De observatiemodule Cupola en de centrifugemodule worden gelanceerd. De eerste vlucht van de onbemande Japanse vrachtcapsule HTV zal plaatsvinden.

2010

Dit jaar zullen de laatste shuttlevluchten plaatsvinden, waarna de space shuttle uit bedrijf wordt genomen. Vanaf nu zal het ISS afhankelijk zijn van Russische, Europese en Japanse ruimteschepen voor de aan- en afvoer van ruimtevaarders en voorraden. Dit zal duren totdat omstreeks 2014 de Amerikaanse *Crew Exploration Vehicle* in gebruik wordt genomen.

2011

De Russen zullen hun tweede en laatste wetenschappelijke module lanceren waarmee de assemblage van het gehele ISS voltooid zal zijn.



Spaceshuttle Discovery kruipt bovenop het Mobile Launch Platform naar lanceerplatform 39B voor missie STS-114). [NASA]



De Franse astronaut Jean-François Clervoy in de vrachtmodule van de ATV tijdens een test. Midden bovenaan is het luik van het koppelingsmechanisme zichtbaar. [ESA]



ATV [ESA]

Europese elementen wachten op lancering

De lancering van de eerste *Automated Transfer Vehicle* (ATV) is voorzien voor begin 2006. De ATV zal onbemand met een Ariane-5 vanaf de basis Kourou in Frans-Guyana gelanceerd worden, om vervolgens naar het ISS te vliegen alwaar het autonoom aan de achterzijde van de Russische woonmodule Zvezda zal koppelen. Het ruimtevaartuig weegt iets meer dan 20 ton en kan 7½ ton aan voorraden meenemen. Aan het einde van de zes maanden durende vlucht zal de ATV, net als de Russische Progress, worden losgekoppeld en verbranden in de dampkring. Door de complexiteit van de ATV moest de eerste lancering met ongeveer een jaar worden uitgesteld. Het eerste vluchtmodel van de ATV, die Jules Verne is gedoopt naar de 19^{de} eeuwse Franse sciencefiction schrijver, ondergaat momenteel een testcampagne bij ESTEC in Noordwijk en zal deze zomer naar de lanceerbasis Kourou in Frans-Guyana verscheept worden.

Een spaceshuttle had de Europese laboratoriummodule Columbus al in oktober 2004 naar het ISS moeten brengen maar dat zal nu op zijn vroegst ergens in het voorjaar van 2007 gebeuren. Een Europese module was al een onderdeel van de plannen voor het Amerikaanse ruimtestation Freedom

in de jaren tachtig, zodat inmiddels al meer dan twintig jaren gewerkt is aan de ontwikkeling van dit onderzoekslaboratorium.

Omdat Columbus nu langer aan de grond blijft staan, heeft ESA de gelegenheid genomen om enkele van de onderzoekfaciliteiten en experimenten aan te passen en te modificeren, mede aan de hand van ervaringen die zijn opgedaan tijdens astronauttrainingen en nieuwe inzichten op welke wijze experimenten beter uitgevoerd kunnen worden. Hoewel dit natuurlijk tot een kostenverhoging heeft geleid, is ESA er van overtuigd dat dit uiteindelijk tot een hoger en beter niveau van de wetenschappelijke experimenten in de Columbus zal leiden en er straks minder vaak apparatuur terug naar de aarde hoeft te worden gebracht om te worden aangepast en verbeterd.

De *European Robotic Arm* (ERA), ontwikkeld door een consortium onder leiding van Dutch Space, zal in 2007 samen met de Russische FGB-2 module gelanceerd worden. De ERA zal gebruikt worden om tijdens werkzaamheden aan de buitenzijde van het Russische segment, ruimtewandelaars te assisteren en lasten te verplaatsen. Net als haar Canadese tegenhanger op het Amerikaanse segment, heeft de ERA aan beide uiteinden een *effector* waarmee de arm zich kan vastmaken

of een last kan manipuleren. Hierdoor kan de 11 meter lange robotarm zich hand over hand over de buitenkant van het ruimtestation voortbewegen.

Toch grotere bemanningen voor het ISS?

De leiders van de ruimtevaartorganisaties uitten begin 2005 de wens om zo snel mogelijk na de hervatting van de shuttlevluchten grotere permanente bemanningen aan boord van het station te laten wonen en werken. In het najaar van 2005 zal deze problematiek tijdens een nieuwe conferentie besproken worden. Door het vervallen van de Amerikaanse woonmodule zal er extra apparatuur voor de levensvoorzieningen en slaapgelegenheden elders in het station moeten worden ondergebracht. In 2007 zal NASA een extra zuurstofgenerator lanceren welke de Russische apparatuur moet aanvullen, terwijl in Europa ook soortgelijke apparatuur wordt ontwikkeld. Ook kunnen er relatief eenvoudig extra slaapplekken gerealiseerd worden, zoals de slaapcabine die nu al in het Destiny laboratorium aanwezig is. Wellicht dat een groot deel van deze faciliteiten in de nog te lanceren koppelmodules kan worden onderbracht zonder al te veel ruimte voor wetenschappelijke instrumenten te moeten opofferen.

Een grotere uitdaging is om voldoende reddingscapaciteit te realiseren voor een grotere permanente bemanning. Nu is er altijd minimaal een Russische Soyuz capsule aan het station gekoppeld waarmee in noodgevallen drie ruimtevaarders binnen enkele uren naar de aarde kunnen terugkeren. De voor de hand liggende oplossing zou zijn om te allen tijde een extra Soyuz ter beschikking hebben. Maar door de internationale politieke verhoudingen en de wetgeving van de betrokken landen, ligt het verwezenlijken van een grotere bemanning aan boord van het ruimtestation eerder bij politici dan bij ontwerpers en technici.



Antennes maken het mogelijk dat de ATV kan communiceren met de Zvezda module gedurende rendez-vous en koppeling. [ESA]