

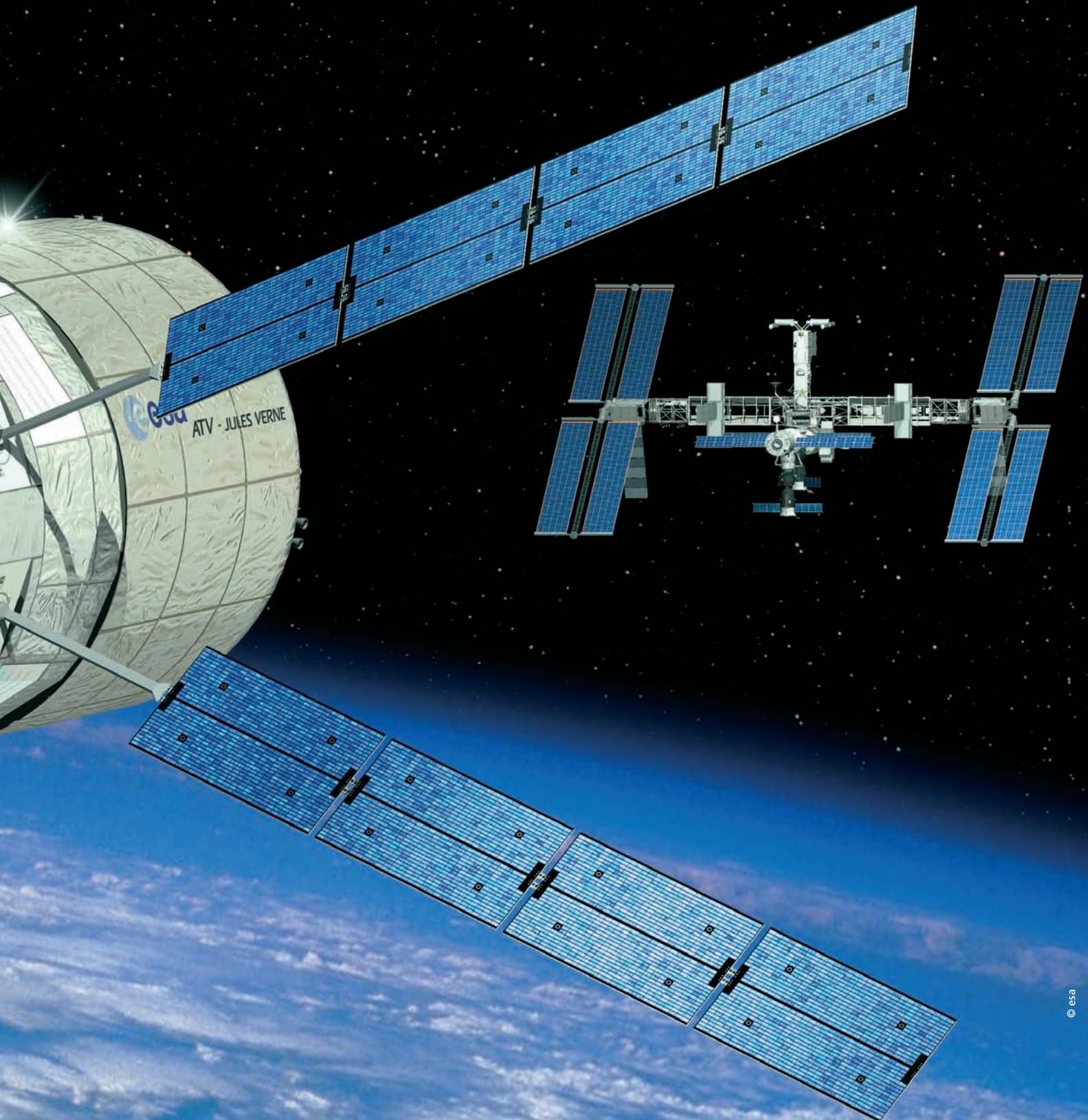
Jules Vernes Alleinflug

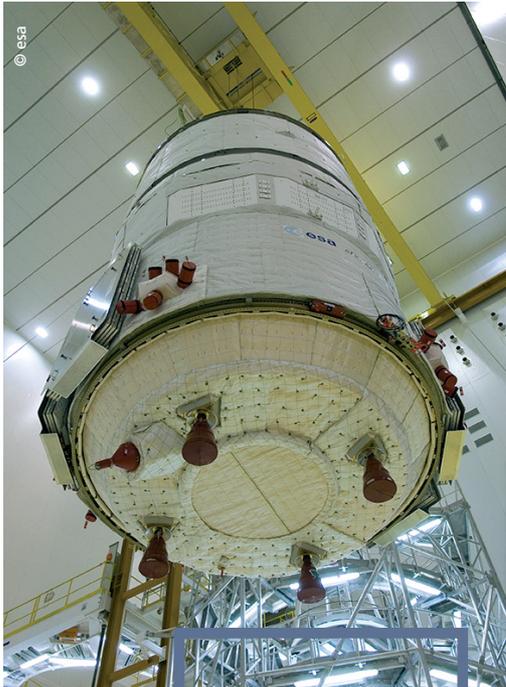
Europas Weg ins All – die ATV-Mission

Von Michele Winand und Christopher Gusinde



Fransösisch-Guyana am 9. März 2008. Vom Weltraumbahnhof startet eine Ariane 5-Trägerrakete ins All. An Bord: der unbemannte Raumtransporter ATV (Automated Transfer Vehicle) „Jules Verne“. Entwickelt, konstruiert und gebaut wurde er in Europa. Seine Mission: Mit dem unbemannten Lastentransfer zur Raumstation ISS soll er einen Meilenstein setzen, mit seinem vollautomatischen Flug einen entscheidenden Schritt der europäischen Raumfahrt auf dem Weg zu mehr Selbstständigkeit markieren ...





Der automatische Raumtransporter vor der Montage auf die Oberstufe der Ariane-Trägerrakete.

Seit Februar 2008 verfügt Europa mit dem Forschungslabor Columbus über eine ständige Präsenz auf der Internationalen Raumstation ISS. Der Transport des Labors zur ISS wurde vom US-amerikanischen Space Shuttle Atlantis vorgenommen. Die Raumstation wächst und sieht ihrer Fertigstellung entgegen. Die zunehmende Größe der ISS stellt auch wachsende Ansprüche an die Versorgung der Raumstation und ihrer Besatzung. – Nahrung, Wasser, Ersatzteile, Treibstoff und wissenschaftliche Experimente müssen zur Station transportiert und Abfälle kontrolliert entsorgt werden.

Bislang wurden der Transport und die Versorgung mit Hilfe der US-amerikanischen Space Shuttle sowie

russischer Sojus-Raketen und Progress-Kapseln vorgenommen. Doch die Space Shuttle der NASA stehen vor ihrer Außerdienststellung und ein Nachfolgesystem ist noch nicht in Sicht. Die Kapazitäten der russischen Systeme sind ebenfalls endlich. Mit einer Nutzlast von zurzeit sechs Tonnen ist der ATV, der auf den Namen „Jules Verne“ getauft wurde, in der Lage, einen entscheidenden Beitrag zur Versorgung der ISS zu leisten. Neben seiner Funktion als Transporter übernimmt er mit seinen Triebwerken auch die Aufgabe, die ISS auf ihrer Flugbahn anzuheben, denn durch den Widerstand der Restatmosphäre verliert die Raumstation auf ihrer Umlaufbahn täglich etwa 200 Meter an Höhe.

Das Konzept eines unbemannten, automatischen, nicht wiederverwendbaren Raumtransporters hat viele Vorteile. Der unbemannte, automatische Betrieb macht die aufwändigen Lebenserhaltungssysteme zum Schutz der Astronauten überflüssig. Das spart Gewicht und ermöglicht somit eine höhere Nutzlast. Nach seinem bis zu sechsmonatigen Einsatz wird der Transporter mit mehr als sechs Tonnen Abfällen beladen, trennt sich von der Raumstation und verglüht kontrolliert in der Erdatmosphäre über dem Pazifik. Der Aufwand für Hitzeschutz, Landemanöver und Wartung entfällt.

Das Konzept sieht vor, dem Prototypen „Jules Verne“ bis 2013 vier Transporter folgen zu lassen. Das Automated Transfer Vehicle hat aber durchaus das Potential für weitere Anwendungen. Als unbemannter Experimententräger und Explorationsfahrzeug könnten ATV-Nachfolgemodelle über den Erdorbit hinaus eingesetzt werden.

Die Ausstattung mit einem Hitzeschild und Fallschirmen für den Rücktransport von Nutzlasten zur Erde ist ebenso denkbar wie der Transport von Astronauten in einem Crewmodul. Alle dafür notwendigen Technologien sind in Europa vorhanden, so dass eine bemannte europäische Raumfahrtmission nicht mehr unbedingt ein Traum bleiben muss.

Der Antrieb

Soll der Traum wahr werden, ist eine Trägerrakete unentbehrlich. Europa hat dafür in den letzten Jahren mit der Entwicklung der Ariane-Raketen Tatsachen geschaffen. „Jules Verne“ wurde mit der Trägerrakete Ariane 5 ES in den Weltraum befördert. Mit nahezu 20 Tonnen Gesamtgewicht stellt der ATV die bisher größte von einer Ariane 5 Rakete transportierte Nutzlast dar. Die Ariane 5 ES wurde eigens für diesen Transport konfiguriert, denn der ATV war mehr als doppelt so schwer wie die zuletzt von einer Ariane 5 trans-

„Die Technologie von ATV hat ein großes Potential für mögliche zukünftige Raumfahrtanwendungen. Denkbar ist eine Weiterentwicklung auf dieser Basis und aufgrund der vorhandenen Kompetenz in Europa. Ein erster Schritt könnte zum Beispiel die Verwendung als Transportraumfahrzeug mit der Möglichkeit des Rücktransports von der ISS zur Erde sein.“

Prof. Johann-Dietrich Wörner,
Vorstandsvorsitzender des DLR
in der DLR-Pressemitteilung zum Start
des ATV am 9. März 2008.

Start der europäischen Trägerrakete Ariane 5 mit dem unbemannten Raumtransporter „Jules Verne“ am 9. März 2008 in Französisch-Guyana

portierten Raumflugkörper. Den dafür nötigen Schub lieferten – neben den Feststoffboostern beim Start – das Haupttriebwerk Vulcain 2. Anschließend bringt das wiederzündbare Oberstufentriebwerk Aestus ATV in den vorgesehenen Orbit.

Beide Triebwerkstypen waren am Institut für Raumfahrtantriebe des DLR in Lampoldshausen erprobt worden. Die dort vorhandenen Groß- und Kleinprüfstände für Raketen- und Satellitentriebwerke ermöglichen den Heißlauf der Triebwerke unter Umgebungsbedingungen, die denen im Weltall ähneln: Vakuum und extreme Minustemperaturen.

Das Aestus-Triebwerk wurde beispielsweise am Prüfstand P 4.2 eine Minute und 40 Sekunden lang „heiß“ betrieben und anschließend unter Vakuumbedingungen wiedergezündet. Die Wiederezündung des Triebwerks ist ein wichtiges Testziel, da zum Absetzen des ATV-Moduls in der gewünschten Erdumlaufbahn ein erneutes Zünden der Raketen-Oberstufe notwendig ist.

Neben dem Erproben und dem Qualifizieren der aktuell in der europäischen Trägerrakete verwendeten Triebwerke befassen sich die Mitarbeiter des DLR in Lampoldshausen auch mit dem zukünftigen Antrieb der Ariane-Serie. Ein Prototyp des künftigen kryogenen Oberstufentriebwerks Vinci durchläuft zurzeit verschiedene Testreihen am Vakuumprüfstand in Lampoldshausen.

Einige der Kleintriebwerke des Raumtransporters ATV in der Schubklasse von 200 Newton wurden ebenfalls auf dem DLR-Vakuumprüfstand getestet. Für den Erfolg der Raumfahrtmissionen ist der Antriebstest unter möglichst exakt simulierten Weltraumbedingungen unverzichtbar.



Das Docking

Während das Andocken eines Space Shuttle für die Besatzung mit erheblichem Aufwand verbunden ist, dockt der unbemannte ATV automatisch an die Raumstation an. Das neu geschaffene ATV-Kontrollzentrum der ESA in Toulouse ist für die Gesamtkontrolle der Mission zuständig. Die ISS-Missionskontrollzentren in Moskau und Houston wirken unterstützend mit und sind für den komplexen Vorgang des Andockmanövers verantwortlich. Das Kontrollzentrum des DLR in Oberpfaffenhofen koordiniert die Kommunikation der verschiedenen Kontrollzentren untereinander.

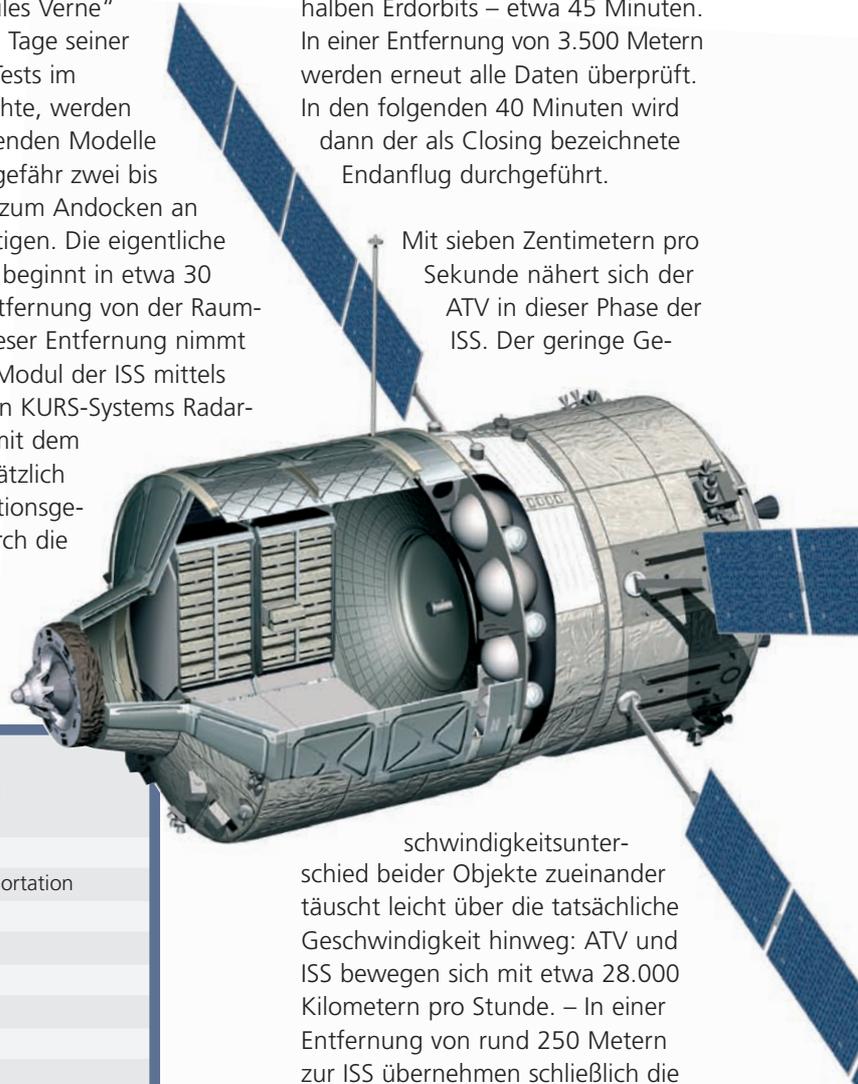
Etwa 70 Minuten nach dem Start wird ein ATV durch die Trennung von der Oberstufe der Ariane 5 zu einem selbstständigen Raumfahrzeug. Mit Hilfe von GPS-Daten navi-

giert der ATV danach über so genannte Hohmann-Bahnen auf die Bahnhöhe der ISS in derzeit 345 Kilometer Höhe.

Während „Jules Verne“ die ersten 16 Tage seiner Mission mit Tests im Orbit verbrachte, werden die nachfolgenden Modelle nur noch ungefähr zwei bis vier Tage bis zum Andocken an der ISS benötigen. Die eigentliche Anflugphase beginnt in etwa 30 Kilometer Entfernung von der Raumstation. In dieser Entfernung nimmt das Swesda-Modul der ISS mittels des russischen KURS-Systems Radarverbindung mit dem ATV auf. Zusätzlich wird die Positionsgenauigkeit durch die GPS-Signale erhöht. Sind alle Para-

meter korrekt, gibt die Bodenkontrolle das Kommando zur Annäherung der ATV an die ISS, zum so genannten Homing. Diese Annäherung vollzieht sich innerhalb eines halben Erdorbits – etwa 45 Minuten. In einer Entfernung von 3.500 Metern werden erneut alle Daten überprüft. In den folgenden 40 Minuten wird dann der als Closing bezeichnete Endanflug durchgeführt.

Mit sieben Zentimetern pro Sekunde nähert sich der ATV in dieser Phase der ISS. Der geringe Ge-



schwindigkeitsunterschied beider Objekte zueinander täuscht leicht über die tatsächliche Geschwindigkeit hinweg: ATV und ISS bewegen sich mit etwa 28.000 Kilometern pro Stunde. – In einer Entfernung von rund 250 Metern zur ISS übernehmen schließlich die optischen Sensoren des Raumtransporters die Navigation. Auf der Außenhülle des Swesda-Moduls, an dem das ATV andocken wird, sind Reflektoren angebracht, die von einem Infrarotlaser (Telegoniometer) abgetastet werden. Anhand der vom Telegoniometer ermittelten Reflexionen berechnet der Bordcomputer die Position des ATV, die mit Hilfe von 28 Steerdüsen korrigiert werden

„Jules Verne“ in Zahlen und Fakten

Auftraggeber	ESA
Hauptauftragnehmer	EADS Astrium Space Transportation
Länge (Startkonfiguration)	9,79 Meter
Größter Durchmesser	4,48 Meter
Spannweite Solargenerator	22,28 Meter
Startmasse	zirka 19.400 Kilogramm
Treibstoffmasse	5.753 Kilogramm
Nutzlasten	
Atemluft	20 Kilogramm
Trinkwasser	281 Kilogramm
Treibstoff für das Servicemodul	860 Kilogramm
Nahrung, Kleidung, Ersatzteile	zirka 1.200 Kilogramm
Kapazität für ISS-Abfall	zirka 6.500 Kilogramm
Hauptantrieb	4 x 490 N Triebwerke
Orbitkontrolle und Steuerung	28 x 220 N Triebwerke
Energieerzeugung	zirka 4.000 Watt
Energiebedarf Aktiv-/Ruhemodus	900 Watt / 400 Watt
Kommunikation zum Boden	S-Band via Tracking and Data Realy Satellit
Kommunikation zur ISS	S-Band via Prox.-Link
Navigation	GPS (Global Positioning System)
Start	9. März 2008, 5.03 Uhr MEZ
Andocken	3. April 2008
Geplante Missionsdauer	6 Monate



© NASA



© NASA

kann. Auf den letzten 20 Metern übernimmt ein vom Telegoniometer überwacht Videosystem die Steuerung. Das eigentliche Docking – der physische Kontakt zwischen ATV und ISS – wird mittels eines mechanischen Kraft-Momenten-Sensors durchgeführt, der auf dem russischen Kopplungssystem basiert. Dieser führt den ATV mit einer Relativgeschwindigkeit von sieben Zentimetern pro Sekunde an die Raumstation heran und verankert ihn am Docking-Adapter der Station. Die Genauigkeit des Andockvorgangs liegt bei 1,5 Zentimetern.

Nach dem Andocken folgt eine Dämpfungsphase, die dem Abklingen der entstandenen Schwingungen dient. Es folgen der Druckausgleich und eine Dichtigkeitsprüfung. Danach kann das unter Druck stehende Nutzlastsegment von der ISS-Besatzung „betreten“ und die Trockenfracht entladen werden. Der ATV wird zusätzlich an die Energieversorgung der ISS angeschlossen. Bis zu sechs Monate kann das Raumfahrzeug nun als Teil der Raumstation im All bleiben.

Entwicklung

Was im März 2008 in die Praxis umgesetzt wurde, begann in der Theorie bereits zwei Jahrzehnte zuvor. Erste Untersuchungen zu einem eigenen europäischen Raumfahrzeug, das dem heutigen ATV ähnelt, begannen

bereits im Jahre 1987. Die ESA-Ministerratskonferenz fasste 1995 einen Beschluss über die europäische Beteiligung an der Internationalen Raumstation ISS. Infolge dessen wurde mit der Entwicklung eines Automated Transfer Vehicle begonnen.

In einem Abkommen zwischen den ISS-Partnern zum Lastenausgleich auf Barter-Basis ist der Vergleich zwischen den Betriebs- und Entwicklungskosten sowie den Produktionskosten für die ISS geregelt. Neben einer rein finanziellen Beteiligung haben die Partner die Möglichkeit, ihren Beitrag durch Sachleistungen zu erbringen. Das Automated Transfer Vehicle stellt einen solchen Beitrag dar. Dieses Konzept ermöglicht es den Raumfahrtnationen, die für den Betrieb der ISS notwendigen Mittel zugleich für die Weiterentwicklung der Raumfahrttechnologie zu nutzen.

Die Entwicklungskosten für den ATV belaufen sich auf rund 1.350 Millionen Euro. Darin enthalten sind der Prototyp ATV-1 „Jules Verne“ (1.000 Millionen Euro), das Bodensegment, sowie die Neukonzeption der Ariane 5 und die Trägerrakete selbst. Das Auftragsvolumen für die deutsche Industrie belief sich allein bei „Jules Verne“ auf 240 Millionen Euro. In der nun folgenden Produktionsphase der weiteren vier Automatischen Transporter beträgt der Anteil deutscher Firmen rund 51 Prozent. Hauptauftragnehmer ist EADS Astrium. OHB-System und Jena Optronik sind weitere namhafte

Der europäische Raumtransporter „Jules Verne“ koppelte am 3. April 2008 um 16:45 Uhr mitteleuropäischer Sommerzeit an die ISS.

Links: „Jules Verne“ am 31. März 2008 bei einem Demonstrationsmanöver, bei dem sich ATV der Internationalen Raumstation ISS bis auf elf Meter nähert.

Partner bei der Entwicklung und Fertigung des ATV. Insgesamt sind 30 Firmen aus zehn europäischen Ländern sowie acht Zulieferer aus den USA und Russland beteiligt. Rund 1.500 Personen sind weltweit mit dem ATV-Projekt beschäftigt.

Schritt für Schritt

Das Bild von großen und kleinen Schritten wurde in der Geschichte der Raumfahrt bereits oft bemüht. Entscheidend ist jedoch stets der erste Schritt, mit ihm beginnt auch der längste Weg. Für eigenständige europäische Weltraummissionen war der ATV-1 „Jules Verne“ ein solcher erster Schritt, vier weitere werden bis 2013 folgen. Die Zukunft wird zeigen, welche Wege mit ATV noch beschritten werden können.

Autoren:

Michele Winand absolviert ein Volontariat in der DLR-Unternehmenskommunikation; Dipl.-Ing. Christopher Gusinde ist im DLR-Institut für Raumfahrtantriebe zuständig für Versuchsanlagen, die mit lagerfähigen Treibstoffen betrieben werden.