

Das DLR im Überblick

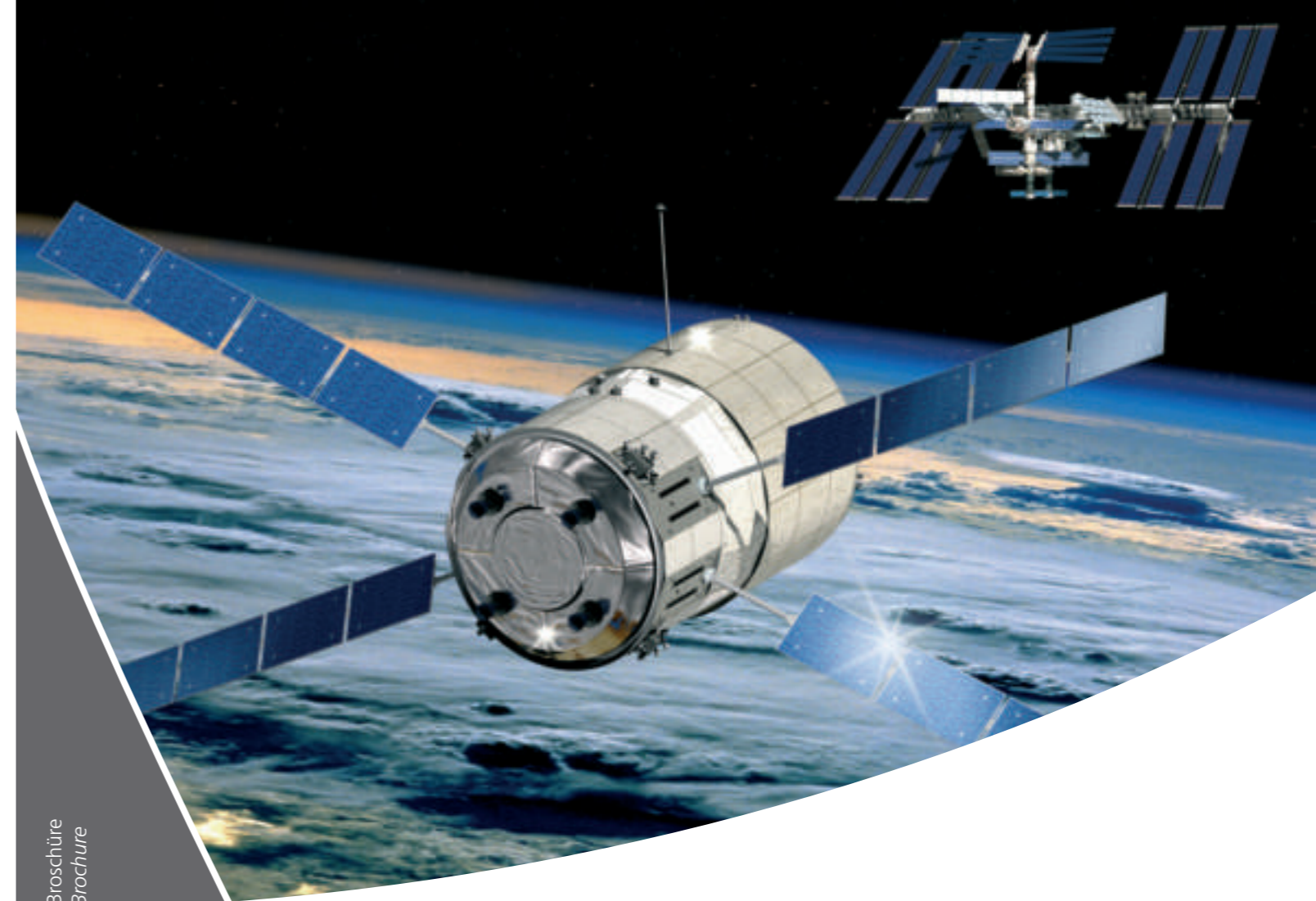
Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Verkehr und Energie sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten sowie für die internationale Interessenswahrnehmung zuständig. Das DLR fungiert als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

Das DLR beschäftigt ca. 5.600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an 13 Standorten und unterhält Büros in Brüssel, Paris und Washington, D.C.

DLR at a Glance

DLR is Germany's national research center for aeronautics and space. Its extensive research and development work in Aeronautics, Space, Transportation and Energy is integrated into national and international cooperative ventures. As Germany's space agency, DLR has been given responsibility for the forward planning and the implementation of the German space program by the German Federal Government as well as for the international representation of German interests. Furthermore, Germany's largest project-management agency is also part of DLR.

The DLR employs approximately 5,600 people at 13 locations in Germany and operates offices in Brussels, Paris, and Washington, D.C.



Missions-Broschüre
Mission Brochure

ATV

Automated Transfer Vehicle
Mission Jules Verne

Gefördert durch das



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.**

German Aerospace Center

**Raumfahrt-Agentur
Space Agency**
Bonn-Oberkassel
Königswinterer Straße 522-524
53227 Bonn
Germany

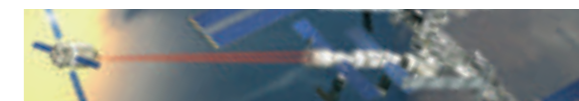
www.DLR.de



DLR



Europa nimmt Kurs auf die ISS *Europe on Course for the ISS*



ATV im Überblick 5 The ATV in Brief	5
Die Entstehungsgeschichte How it all Began 6	6
Europas komplexestes Raumfahrzeug 8 Europe's Most Complex Spacecraft	8
Deutsche Anteile bei ATV-Entwicklung und -Produktion 10 German Shares of ATV Development and Production	10
Umfangreiches Testprogramm absolviert 12 Extensive Testing Now Completed	12
Ankunft in Kourou 14 Arrival in Kourou	14
Höhepunkte der Mission Jules Verne 15 Highlights of the Jules Verne Mission	15
Kontrolle und Training 18 Mission Control and Training	18
Viel Verkehr im Erdorbit – Wer fliegt noch zur ISS? 19 Lots of Traffic in Orbit – who else is Flying to the ISS?	19
Wie sieht die Zukunft aus? 20 What Will Happen Next?	20
Großes Potenzial von ATV 21 The ATV's Great Potential	21
Datenübersicht ATV-1 Jules Verne 22 Data Overview ATV-1 Jules Verne	22



Europa nimmt Kurs auf die ISS

Europe on Course for the ISS

ATV > ATV im Überblick
ATV > The ATV in Brief



Startvorbereitungen in Kourou
Start preparations in Kourou

Am 8. März 2008 soll der europäische Raumtransporter ATV (Automated Transfer Vehicle) zum ersten Mal die Internationale Raumstation ISS anfliegen und automatisch andocken. Damit feiert die europäische Raumfahrt eine wichtige Premiere: Mit ATV erhält Europa einen eigenen Zugang zur Raumstation. Als komplexestes, jemals in West-Europa gebautes Raumfahrzeug ist ATV ein bedeutender Meilenstein in der europäischen Raumfahrtgeschichte. Um dieses Ereignis angemessen zu würdigen, wurde das erste ATV auf den Namen des französischen Visionärs und Science-Fiction-Autors Jules Verne getauft.

Nach dem Start mit einer Ariane-5 Trägerrakete vom europäischen Weltraumbahnhof Kourou in Französisch Guyana wird Jules Verne umfangreiche Tests seiner Fähigkeiten im Orbit durchführen. Außerdem wird es etwa 5,5 Tonnen Güter und Treibstoff zur ISS transportieren. Die ATV-Flüge sind der europäische Beitrag zur Versorgung der ISS. Der größte Betrag der für Europa anteilig zu tragenden ISS-Betriebskosten wird durch diese Sachleistungen anstelle von Devisenzahlungen an die NASA abgegolten. Derzeit sind mindestens fünf solcher Flüge vorgesehen.

On the 8th of March 2008, the European ATV (Automated Transfer Vehicle) is scheduled to make its first flight to the international space station (ISS), where it will dock automatically. The event will be an important curtain-raiser in European space flight as the ATV affords Europe its first independent access to the space station. The most complex space vehicle ever built in western Europe, the ATV marks a significant milestone in the history of European astronautics. In recognition of the importance of the event, the first ATV was given the name of the French visionary and science fiction author Jules Verne.

Launched into orbit on an Ariane-5 rocket from the European spaceport at Kourou in French Guyana, Jules Verne will be subjected to extensive tests of its capabilities in space. In addition, it will carry about 5.5 tons of goods and fuel to the ISS. Through its ATV flights, Europe contributes towards the supply of the ISS. Europe will compensate NASA for most of its share in the operating cost of the ISS by these services in place of cash. Current plans provide for at least five such flights.

ATV im Überblick

Das Automated Transfer Vehicle ist ein Raumfahrzeug, das unbemannt Fracht zur ISS transportieren kann. Es ist etwa zehn Meter lang und hat einen Durchmesser von 4,5 Metern. Mit entfalteten Solarpanelen hat ATV eine Spannweite von 22,3 Metern. Die Gesamtmasse des startbereiten und beladenen Fahrzeugs beträgt bei Jules Verne knapp 20 Tonnen. Die Nettotonlastkapazität eines ATV beträgt zurzeit circa sechs Tonnen. Die Zusammenstellung der Fracht wird aber von Mission zu Mission variieren. Neben Nahrungsmitteln und sonstigen Versorgungsgütern werden die ATVs auch wissenschaftliche Ausrüstung, Ersatzteile und Experimente zur ISS transportieren.

Das Fahrzeug besteht aus einer Sektion für den Antrieb und die Avionik, also die elektrischen und elektronischen Steuergeräte. Zudem hat es ein druckbeaufschlagtes Nutzlastsegment, in dem Trockenfracht befördert wird. Jene ist in so genannten ISPRs (International Standard Payload Racks) untergebracht, sodass sie auch auf der ISS problemlos verstaut werden kann. Das druckbeaufschlagte Segment wird von den Astronauten beim Ent- und Beladen des ATV von der Station aus betreten.

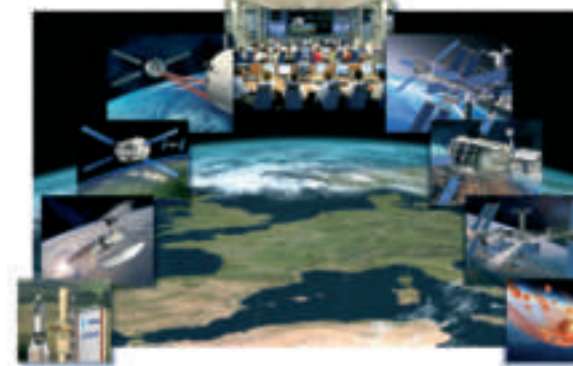
Alle ATVs werden auf einer Trägerrakete des Typs Ariane-5 mit einer wiederzündbaren Oberstufe von Kourou aus gestartet. Durch die ATV-Flüge ist also auch die Ariane-5 Bestandteil des Logistikkonzept für die ISS. Nach der Trennung von der Oberstufe wird das ATV die erforderlichen Rendezvous- und Andockmanöver mit der Raumstation autonom fliegen. Hierbei wird es vom ATV-Kontrollzentrum in Toulouse überwacht.

The ATV in Brief

The Automated Transfer Vehicle is an unmanned spacecraft designed to transport cargo to the ISS. It measures about ten meters in length and 4.5 meters in diameter. When deployed, its solar panels cover a span of 22.3 meters. Including its cargo, the takeoff mass of Jules Verne is somewhat less than 20 tons. At present, the ATV has a net payload capacity of about 6 tons, although the composition of its cargo will vary from one mission to another. Next to food and other supplies, the ATVs will be carrying scientific equipment, spare parts and experiments to the ISS.

The craft comprises a propulsion module and an avionics module with electrical and electronic control equipment. In addition, there is a pressurized payload segment that is used to transport "dry cargo" stowed in so-called international standard payload racks (ISPRs) for easy handling on board the ISS. Astronauts will enter the pressurized segment from the station to unload and load the ATV.

As all ATVs will be launched from Kourou on Ariane-5 rockets with a reignitable upper stage, Ariane-5 is now part of the ISS logistics concept. Having separated from the upper stage, the ATV will perform all maneuvers required to rendezvous with and dock on the space station autonomously. Its operations will be monitored by the ATV control center in Toulouse.



ATV-Missionsprofil
ATV Mission Profile



Das ATV wird am russischen Stationsmodul Swesda andocken, wo es sechs Monate lang bleiben kann. Ähnlich wie der russische Transporter Progress hebt ATV mit seinen Haupttriebwerken von hier aus die Umlaufbahn der ISS an. Dies ist von Zeit zu Zeit nötig, da durch den Widerstand der Restatmosphäre die Raumstation kontinuierlich abgebremst wird und zurzeit etwa 200 Meter Bahnhöhe pro Tag verliert. Zum Ende der Mission nimmt ATV noch bis zu 6,5 Tonnen Abfall von der ISS auf. Nach dem Andocken von der ISS wird es kontrolliert in die Erdatmosphäre zurückgeführt und schließlich über dem Pazifik verglühen.

Die Entstehungsgeschichte

Bereits 1987 führte die Europäische Weltraumorganisation ESA erste Untersuchungen zu einem ATV-ähnlichen Fahrzeug durch. Nachdem die ESA-Ministerratskonferenz 1992 in Granada beschlossen hatte, das Programm des europäischen Raumgleiters HERMES nicht fortzuführen, erfolgte eine inhaltliche Neuausrichtung der europäischen Beiträge zur Raumstation. Unter dem politischen Namen FREEDOM wurde diese seinerzeit als Kooperation zwischen den USA, Europa und Japan geplant. Losgelöst von der Frage eines eigenen bemannten europäischen Transportsystems bestand unter den Fachleuten kein Zweifel an der Notwendigkeit, in Europa über bestimmte eigene Schlüsselkapazitäten für die Raumstation, so genannte Servicing-Elemente, zu verfügen.

The ATV will dock on the Russian Zvezda module where it will remain for six months. Like the Russian Progress transporter, the ATV will use its main engines to reboost the ISS. This is necessary from time to time as the space station is continually slowed down by the aerodynamic drag of the residual atmosphere, so that it currently loses about 200 meters in orbital altitude per day. At the end of its mission, the ATV will carry up to 6.5 tons of waste away from the ISS. After undocking from the station, it will reenter the Earth's atmosphere in a controlled flight, ultimately burning up over the Pacific Ocean.

How it all Began

As early as 1987, the European space organization ESA conducted its first studies on a spacecraft that resembled the ATV. When the ESA Ministerial Council decided at its 1992 Granada meeting to discontinue the program of the European orbital glider HERMES, the substance of Europe's contribution to the space station had to be rearranged. Given the politically-motivated name FREEDOM, contemporary plans were for the station to be built in cooperation between the USA, Europe and Japan. Apart from the issue of Europe's own manned transportation system, experts were in no doubt about the need for Europe to have its own key capacities for the space station, called servicing elements.

Zu diesen Servicing-Elementen gehörte zunächst der europäische Raumanzug EVA-Suit 2000. Nachdem Russland mit seinen umfangreichen Kompetenzen als weiterer Partner zur Raumstation gestoben war, wurde dieser als weniger nötig erachtet; das Vorhaben wurde fallen gelassen. Umgesetzt wurde aber der europäische Roboterarm (ERA), der Astronauten bei Außenbordeinsätzen unterstützt und im Jahr 2009 an der ISS montiert werden wird. Weiterhin zählte zu den notwendigen Schlüsselkompetenzen das Automated Rendezvous and Capturing, also die Fähigkeit, selbstständig einen anderen Raumflugkörper im All anzusteuern und an ihm andocken zu können. Eng verbunden hiermit war die Idee eines Automated Transfer Vehicles für den automatischen Frachtverkehr zur Station. Auf Grund der seinerzeit definierten logistischen Anforderungen der Raumstation FREEDOM strebte die ESA bis zu zwei ATV-Flüge pro Jahr an. Für die mit Russland ab 1993 kontinuierlich neu angepasste Internationale Raumstation ISS sind jetzt bis zum Jahr 2013 mindestens fünf ATV-Flüge vorgesehen.

Nachdem die ISS-Betriebskosten weitgehend definiert waren, wurde ein so genanntes Barter-Abkommen mit der NASA verhandelt. Dieses regelt den Ausgleich der Betriebskosten durch Sachleistungen, sodass die Raumstationspartner möglichst keine Devisen untereinander austauschen müssen.

Nach dem Beschluss der ESA-Ministerratskonferenz 1995 in Toulouse über die europäische Beteiligung an der ISS ging ATV in die Entwicklungs- und Konstruktionsphase.

At first, the European space suit "EVA Suit 2000" was one of these servicing elements, but when Russia joined the space station project with its considerable competences the suit project was regarded as less material, and subsequently dropped. However, another project was implemented – that of the European Robotic Arm (ERA) which, designed to support astronauts in extravehicular activities, will be installed on the ISS in 2009. Another indispensable key competence was automated rendezvous and capturing, meaning the ability to autonomously approach another man-made object in space and docking onto it. Closely related to this was the idea of an automated transfer vehicle which would automatically transport cargo to and from the station. Based on the logistical requirements of the FREEDOM space station as they were defined at the time, ESA planned up to two ATV flights per year. Following a number of modifications continuously implemented with Russia from 1993 onwards, plans now provide for a minimum of five ATV flights until 2013.

Once the operating costs of the ISS had been determined, a so-called barter agreement was negotiated with NASA. Specifying how operating costs may be compensated by benefits in kind, this agreement ensures that currency flows among the space station partners are kept to a minimum.

After the ESA Ministerial Council had approved Europe's involvement in the ISS at its meeting in Toulouse in 1995, the ATV entered its development and design phase.



Europas komplexes-tes Raumfahrzeug

Das Unternehmen EADS Astrium Space Transportation in Les Mureaux, Frankreich, zeichnet im Auftrag der ESA für die Entwicklung des ATV verantwortlich. Deutsche Firmen sind mit etwa 24 Prozent beteiligt. Die ATV-Entwicklung läuft innerhalb der europäischen Beiträge des ISS-Entwicklungsprogramms. Darin ist der Bau des Prototyps Jules Verne und die Errichtung aller notwendigen Bodenanlagen, das ATV-Kontrollzentrum in Toulouse sowie die notwendige Anpassung der Ariane-5 Trägerrakete enthalten.

Der Bau aller weiteren ATVs, zurzeit mindestens vier Stück, wird aus dem ISS-Betriebsprogramm finanziert. EADS Astrium Space Transportation in Bremen ist hierbei Hauptauftragnehmer, ebenso bei den sogenannten ATV-Follow-On Aktivitäten. Letzteres betrifft hauptsächlich eventuelle Weiterentwicklungen des ATV-Konzepts. In Bremen werden – wie bereits Jules Verne – alle ATVs integriert, das heißt alle Komponenten werden aus ganz Europa angeliefert und zum gesamten Fahrzeug montiert und anschließend getestet.

Zahlreiche deutsche Zulieferfirmen arbeiten gemeinsam am europäischen ATV. So werden bei EADS Astrium in Lampoldshausen beispielsweise die Antriebssektion gefertigt und Steuerdüsenmodule integriert. OHB/MT-Aerospace in Bremen und Augsburg liefern unter anderem die Verkabelung, die Tanks des Antriebsegments und entwickelten den Meteoritenschutzschild für die Antriebssektion. Die Firma

Europe's Most Complex Spacecraft

Commissioned by ESA, the EADS Astrium Space Transportation Company domiciled in Les Mureaux/France is responsible for the development of the ATV, in which German companies hold a share of about 24 percent. The development of the ATV forms part of Europe's contribution to the ISS development program. Its scope includes building the Jules Verne prototype, the necessary ground facilities and the ATV control center in Toulouse as well as the adaptation of the Ariane-5 launcher.

The construction of all future ATVs, of which at least four are envisaged at the moment, will be funded from the ISS exploitation program. The EADS Astrium Space Transportation company in Bremen will be the prime contractor in these as well as in the so-called ATV follow-on activities. The latter mainly consist of developing the ATV evolution concepts. Bremen is also the location where all ATVs will be integrated, i.e. their components will be delivered there from all over Europe and assembled into a complete spacecraft.

Numerous German suppliers are working together on the European ATV. EADS Astrium of Lampoldshausen, for example, manufactures the propulsion section and integrates the attitude control modules. OHB in Bremen designed the meteorite and debris protection shield for the propulsion module and supplies the harnessing of the propulsion module. MT Aerospace in Augsburg supplies the propellant tanks. The telegoniometers, essential components of the sensors that control the rendezvous maneuver, were designed and produced by the German

Jena Optronik entwarf und produziert die Telegoniometer, den wesentlichen Teil der Sensoren für das Rendezvous-Manöver. Der Anteil deutscher Firmen während der ATV-Produktionsphase konnte gegenüber der Entwicklungsphase gesteigert werden. Er beträgt etwa 51 Prozent bei den vier ATVs, die nach Jules Verne gebaut werden.

Insgesamt sind 30 Firmen aus 10 europäischen Staaten an der Produktion der ATVs beteiligt. 8 Firmen aus Russland und den USA liefern ebenfalls Produkte und Bauteile. So kommt etwa das Andocksystem, das sich bisher bei den Sojus- und Progresskapseln bewährt hat, aus Russland. Die vier Haupttriebwerke für jedes ATV liefert die US-Firma Aerojet. Diese leisten ihre Dienste auch in den Space-Shuttles als Steuertriebwerke zur Lageregelung. Weltweit arbeiten für das ATV insgesamt etwa 1.500 Personen in allen Bereichen: Großindustrie, kleine und mittelständische Unternehmen und Raumfahrt-Agenturen.

Das ATV ist das komplexeste Raumfahrzeug, das je in Europa gebaut wurde. Sein Automationsgrad ist wesentlich höher als bei den russischen Sojus- oder Progressfahrzeugen. Außer Russland verfügt somit nur Europa über ein autonomes Raumfahrzeug, das in der Lage ist, sich automatisch an die ISS anzunähern und anzudocken.

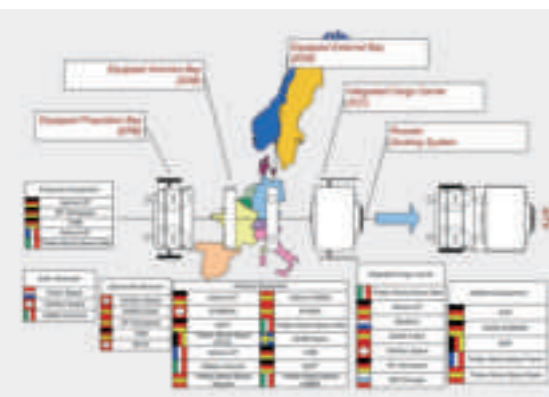
Die gesamten Entwicklungskosten für das ATV belaufen sich auf etwa 1.350 Millionen Euro. Darin enthalten sind der Prototyp (ATV-1 Jules Verne mit etwa 1.000 Millionen Euro), das Bodensegment, die Anpassung der Ariane-5 Trägerrakete, sowie die Trägerrakete selbst. Deutsche Firmen erhielten allein bei Jules Verne Aufträge in Höhe von insgesamt etwa 240 Millionen Euro.

company Jena Optronik. In the ATV production phase, the share contributed by German companies will be even higher than in the development phase, amounting to approximately 51 percent in the four ATVs that will be built after Jules Verne.

All in all, 30 companies from ten European countries are taking part in the production of the ATVs, and another eight companies from Russia and the USA will be supplying products and components. Russia, for example, contributes the docking system which has worked so well in the Soyuz and Progress capsules. The four main engines installed in each ATV come from the US company Aerojet. They also do duty in the space shuttles as attitude control thrusters. Worldwide, there are about 1,500 people working on the ATV in all sectors: large industrial companies, small and medium-sized enterprises and space agencies.

The ATV is the most complex spacecraft ever built in Europe. Its level of automation is much higher than in the Russian Soyuz and Progress vehicles. Besides Russia, this makes Europe the only operator of an autonomous spacecraft capable of approaching and docking on the ISS under automatic control.

All in all, the cost of developing the ATV amounts to about 1.35 billion Euros. This includes the prototype (ATV-1 Jules Verne, about one billion Euros), the ground segment, the modifications to the Ariane-5 launcher and the launcher itself. In conjunction with Jules Verne alone, German companies received orders worth about 240 million Euros in total.



Die europäischen Zulieferer bei ATV-Entwicklung und -Produktion
 European suppliers of the ATV development and production phase (Astrium GmbH)



Transport per Sattelschlepper zum CSG
 The ATV being transported to the CSG on a tractor-trailer



ATV > Entwicklung und Produktion
 ATV > Development and Production

Deutsche Anteile bei ATV-Entwicklung und -Produktion

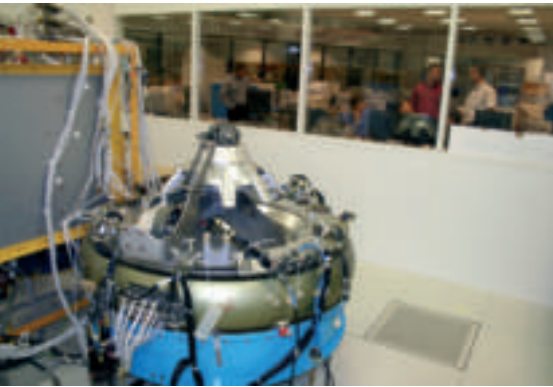
Unternehmen	Aufgabengebiete
Astrium GmbH	Entwicklung des fehlertoleranten Zentralrechners (FTC) und Bau für alle Flugeinheiten Entwicklung des Antriebssystems (PRSS) einschließlich Antriebselektronik (PDE) und Bau für alle Flugeinheiten Integration des Antriebssegments (EPB) für alle Flugeinheiten Integration des Avioniksegments (EAB) für alle Flugeinheiten, außer Jules Verne Integration von EAB und EPB und Systemtest mit dem Integrated Cargo Carrier (ICC) bei allen Flugeinheiten Fertigung der 220 N Steuertriebwerke für ATV-3 bis ATV-5
Azur Space Solar Power GmbH	Solarzellen für alle Flugeinheiten
SAFT Batterien GmbH / FRIWO GMBH	Nicht aufladbare Batterien
Jena Optronik GmbH	Entwicklung und Bau des Telegoniometers für alle Flugeinheiten und Bau von Anteilen des Videometers für alle Flugeinheiten
MT-Aerospace AG	Entwicklung und Produktion der Treibstofftanks des Antriebssegments (EPB) für alle Flugeinheiten Entwicklung und Bau der Steuermodule (Struktur) für alle Flugeinheiten, Bau des Wasser- und Gas-Versorgungssystems für alle Flugeinheiten
OHB System GmbH	Entwicklung und Bau des Meteoriten- und Debris-Schutzschilds (MDPS) für das Antriebssegment von Jules Verne, Verkabelung des Antriebssegments von Jules Verne und aller weiteren Flugeinheiten Transportcontainer (MGSE) für das Nutzlastmodul
TESAT Spacecom GmbH & Co KG	Einkaufsmanagement der elektronischen Bauteile für alle Flugeinheiten
Vega Informations-Technologien GmbH	Support für Simulationsmodelle
DLR Oberpfaffenhofen	Koordination der Gesamtkommunikation zwischen den Kontrollzentren ATV-Kontrollzentrum-Toulouse, Mission Control Center Houston, Mission Control Center Moskau und Redu in Belgien im Auftrag der Astrium GmbH
DLR Lampoldshausen	Testkampagnen der deutschen wiederzündbaren Oberstufentriebwerke der Ariane 5 für den ATV Einsatz, so wie teilweise für die 220 N Steuertriebwerke
DLR Bonn-Oberkassel	Programmatische Steuerung und Vertretung der deutschen Interessen im ISS-Programm der ESA

Kosten im Überblick	
ATV-Entwicklung bestehend aus Raumsegment, Bodensegment, Modifikation und Kauf einer Ariane-5 Träger Rakete	circa 1.350 Millionen Euro
davon ATV-1 Jules Verne (nur Raumfahrzeug)	circa 1.000 Millionen Euro, deutscher Anteil 24 Prozent
ATV-Produktion bestehend aus Produktionsvorbereitung und vier weiteren ATVs	circa 875 Millionen Euro, deutscher Anteil 46 Prozent

German Shares of ATV Development and Production

Organization	Tasks
Astrium GmbH	Development of the Failure Tolerant Computer (FTC) and manufacturing for all flight units Development of the propulsion system (PRSS) including the Propulsion Drive Electronics (PDE) and manufacturing for all flight units Integration for the Equipped Propulsion Bay (EPB) of all flight units Integration for the Equipped Avionics Bay (EAB) of all flight units except Jules Verne Integration and mating of EAB and EPB, including system testing with the Integrated Cargo Carrier (ICC) for all flight units Manufacturing of the 220 N thrusters for ATV-3 to ATV-5
Azur Space Solar Power GmbH	Solar cells for all flight units
SAFT Batterien GmbH / FRIWO GMBH	Non-rechargeable batteries
Jena Optronik GmbH	Development and manufacturing of the telegoniometer for all flight units. Share of manufacturing of the videometer for all flight units
MT-Aerospace AG	Development of the propellant tanks of the Equipped Propulsion Bay (EPB) and manufacturing for all flight units. Development of the thruster module structure and manufacturing for all flight units. Manufacturing of the water and gas delivery system for all flight units.
OHB System GmbH	Development of the Meteoroid and Debris Protection System (MDPS) for the Equipped Propulsion Bay (EPB) of Jules Verne, Harness wiring of the EPB for Jules Verne and for all flight units Mechanical Ground Support Equipment (MGSE) for the Integrated Cargo Carrier.
TESAT Spacecom GmbH & Co KG	Central parts procurement for electric and electronic equipment (EEE-Parts) for all flight units
Vega Informations-Technologien GmbH	Support for simulation models
DLR Oberpfaffenhofen	Coordination of the communication between the control centers ATV-CC-Toulouse, MCC-Houston, MCC-Moscow and Redu in Belgium under the contract of Astrium GmbH
DLR Lampoldshausen	Test campaigns of the German re-ignitable upper stage engine of the Ariane 5, as well as share in testing the 220 N thrusters for ATV
DLR Bonn-Oberkassel	Representation and management of the German programmatic objectives within the ESA ISS-Programme

Cost Overview	
ATV development comprising space segment, ground segment, modification and procurement of the Ariane 5 launcher	circa 1.35 billion Euros
Space segment comprising ATV-1 Jules Verne	circa 1 billion Euros, Germany's share: 24 percent
ATV production comprising production preparation and four more ATVs	circa 875 million Euros; Germany's share: 46 percent



Flight Simulation Facility (FSF) in Les Mureaux, Frankreich. In dieser Einrichtung kann die gesamte Funktionalität des ATV am Boden simuliert und getestet werden. Hier ist der Docking Adapter des ATV zu sehen.

Flight Simulation Facility (FSF) at Les Mureaux/France. The facility permits simulating and testing the entire functionality of the ATV on the ground. The photograph shows the ATV's docking adapter.

Umfangreiches Testprogramm absolviert

Seit Mitte 2004 wurde der Prototyp Jules Verne umfangreichen Tests in den Hallen des europäischen Technologiezentrums ESTEC im niederländischen Noordwijk unterzogen. Bei Weltraummissionen muss alles glatt laufen, denn eine Reparatur im All ist nicht möglich. Daher werden alle Manöver, Prozeduren und Funktionen in aufwändigen und teils langwierigen Kampagnen getestet. So werden die extremen Umgebungsbedingungen in der Erdumlaufbahn mit dem so genannten Thermal Vakuum Test simuliert. Dabei erzeugen Xenon-Hochdruck-Lampen die entsprechende Solarstrahlung in einer evakuierten und tiefgekühlten Testkammer. Das ATV und seine Komponenten werden dadurch unter annähernd realen Welt-raumbedingungen getestet. Beim elektromagnetischen Verträglichkeitstest wird das Zusammenspiel aller elektrischen und elektronischen Komponenten geprüft. Unerwartete Störungen, die ein elektrisches Bauteil bei anderen verursachen könnte, lassen sich dadurch aufspüren.

Weiterhin wird ATV einem mechanischen Belastungstest auf einem Rütteltisch, dem so genannten Shaker, unterzogen. Hier erfährt das Raumfahrzeug alle mechanischen Belastungen, die während der Start- und Aufstiegsphase auf die Raketen-nutzlast einwirken. Dazu gehören neben den Vibrationen, die von den Raketen-triebwerken erzeugt werden, auch die Abwurfvorgänge von Stufen oder der Nutzlastverkleidungen ebenso wie zufällig auftretende Windböen oder Steuer-manöver.

Eine ähnliche Bedeutung hat der Akustik-test. Schall ist Energie, die auf Strukturen und Bauteile des ATV einwirkt und der diese standhalten müssen. In der LEAF-

Extensive Testing Now Completed

Since the middle of 2004, the prototype Jules Verne has been subjected to extensive testing in the facilities of the European space technology center ESTEC in Noordwijk/Netherlands. Everything must run smoothly in a space mission, for repairs are impossible. This is why all maneuvers, procedures and functions are tested in elaborate campaigns that are sometimes fairly lengthy. The extreme environmental conditions prevailing in orbit, for example, are simulated in a so-called thermal vacuum test which involves an evacuated and down cooled test chamber in which solar radiation is generated by xenon high-pressure lamps. This setup permits testing the ATV and its components under realistic space conditions. Electromagnetic compatibility tests serve to examine the interplay between all electrical and electronic components, the objective being to detect any chance of an electrical component unexpectedly interfering with another.

Furthermore, the ATV is subjected to a mechanical impact test on a so-called shaker. In this test, the spacecraft is exposed to all the mechanical loads that affect the launchers payload during the takeoff and ascent phase. Next to the vibrations generated by the rocket engines, these include the shocks caused by jettisoning stages or payload fairings, by accidental gusts of wind or by control maneuvers.

The acoustic test is of similar importance. Sound is a type of energy impacting the ATV which its structures and components have to resist. In the LEAF test chamber (Large European Acoustic Test Facility) which is equipped with different loudspeaker systems and a particularly efficient sound insulation, the ATV is exposed to the noise generated by the



Testkammer (Large European Acoustic Test Facility), einem mit unterschiedlichen Lautsprechersystemen ausgerüsteten und nach außen besonders schallisolierten Raum, wird das ATV mit dem Lärm belastet, der beim Start und beim Aufstieg der Ariane-5 durch deren Raketentriebwerke erzeugt wird. Hierbei entstehen Schalldruckpegel von bis zu 140 Dezibel (dB). Zum Vergleich: Dauerschalleinwirkungen ab 85 dB sind für das menschliche Ohr bereits gefährdend, kurzzeitige Schalldruckpegel von 120 dB können das Gehör dauerhaft schädigen.

Spektakulär waren die Andocktests auf dem Testgelände der französischen DGA (Délégation Générale pour l'Armement, die französische Behörde für Wehrtechnik und Beschaffung) nahe Versailles. In einer, normalerweise von der Marine genutzten, langen Halle wurden die letzten 300 Meter des autonomen ATV-Anflugs an die ISS mehrfach erfolgreich getestet. Hierfür wurden die Annäherungssensoren des ATV auf einen Roboterarm angebracht. Auf der anderen Seite wurde die Andockstelle des russischen Servicemoduls Swesda als Anflugziel für den Robotarm nachgebildet.



engines of the Ariane-5 during its take-off and ascent. Sound pressure levels in this test reach 140 decibels (dB). To put this in perspective: Permanent exposure to noise of 85 dB and more is dangerous to the human ear, and transient exposure to 120 dB may cause permanent damage to our hearing.

The docking tests conducted at the facility of the French DGA (Délégation Générale pour l'Armement, the French office for military technology and procurement near Versailles) were certainly spectacular. In a long hall normally used by the navy, the final 300-meter distance of the ATV's autonomous approach to the ISS was successfully tested in several runs. For the test, the ATV's proximity sensors were attached to a robotic arm. At the receiving end, a mockup of the docking adapter of the Russian service module Zvezda was set up as a target for the robotic arm.

Bild links: Akustiktest in der LEAF-Kammer (Large European Acoustic Facility) bei ESTEC in Noordwijk

Picture left: Acoustic test in the LEAF chamber at ESTEC in Noordwijk

Bild rechts: Thermal Vakuum Test. Die blauen Wabenstrukturen enthalten die Xenon Hochdrucklampen, welche die Sonnenstrahlung simulieren.

Picture right: Thermal vacuum test. The blue honeycomb structures contain the xenon high-pressure lamps that simulate solar radiation.

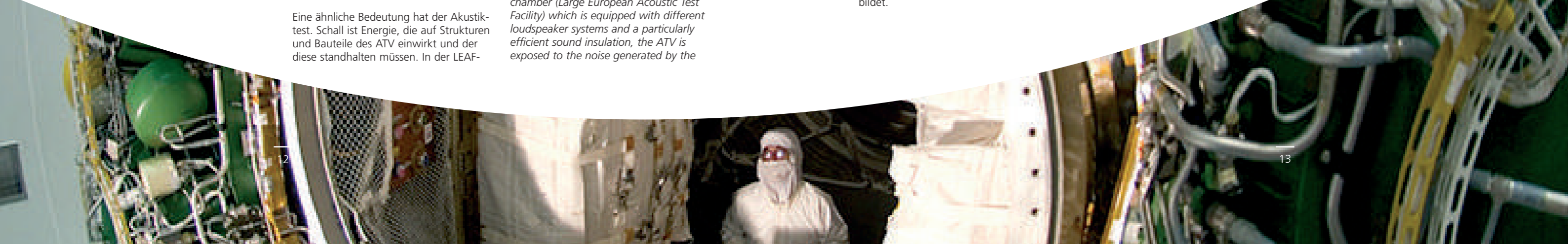




Bild links: Integration der EPS-V Oberstufe
Picture left: Integration of the EPS-V upper stage



Bild Mitte: Montage des Nutzlastsegments auf dem Antriebssegment
Picture middle: Attaching the payload segment to the spacecraft



Bild rechts: Re-integration in Kourou. ATV Spacecraft, bestehend aus Antriebssegment (Equipped Propulsion Bay EPB) und Avioniksegment (Equipped Avionics Bay EAB) am Kran
Picture right: Reintegration in Kourou. On the hook: The ATV spacecraft consisting of the propulsion segment (Equipped Propulsion Bay, EPB) and the avionics segment (Equipped Avionics Bay, EAB)

Ankunft in Kourou

Mitte Juli 2007 wurde ATV-1 Jules Verne in Rotterdam in Richtung Französisch Guyana verschifft. Am 31. Juli erreichte das Frachtschiff MS Toucan mit dem sorgfältig verpackten ATV-1 den Hafen von Kourou. Von dort aus gelangten die Frachtcontainer per Sattelschlepper zum europäischen Weltraumbahnhof.

In den Hallen des Startgeländes wurden die Container von den Ingenieuren entladen. In den Reinräumen bauten sie das ATV zunächst wieder zusammen. Noch ausstehende Tests wurden ebenfalls in Kourou durchgeführt. Im Dezember 2007 begann dann die Startkampagne, das heißt ATV-1 Jules Verne wurde mit der Nutzlast beladen und zur Betankung im Januar 2008 vorbereitet. Gleichzeitig wurde die Trägerrakete Ariane-5 samt der Oberstufe für das ATV integriert und bereitgestellt.

Arrival in Kourou

In mid-July 2007, the ATV-1 Jules Verne was sent by ship from Rotterdam to French Guyana. On July 31, the freighter MS Toucan with its carefully packaged cargo reached the port of Kourou, where the freight containers were loaded on a tractor-trailer to be brought to the European spaceport, the "Centre Spatial Guyanais" (CSG).

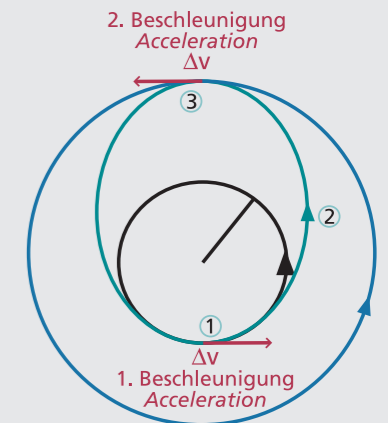
The containers were unpacked by engineers in the launching site facilities. Their first action was to reassemble the ATV in clean rooms. Next, any tests that had remained undone were performed in Kourou. In December 2007, the launch campaign began: The payload was stowed in the ATV-1 Jules Verne, and the craft was prepared for fueling in January 2008. At the same time, the Ariane-5 launcher and its upper stage were integrated and made ready to mate the ATV on top.

Höhepunkte der Mission Jules Verne

Dem Start des ATV im März werden viele spannende Augenblicke folgen. Etwa sechs Minuten nach dem Abheben trennt sich die EPS-V Oberstufe mit dem ATV von der ausgebrannten ersten Stufe der Ariane-5. Die Oberstufe zündet und bringt die schwerste Nutzlast, die bisher mit der Ariane-5 geflogen ist, auf eine elliptische Umlaufbahn zwischen etwa 140 und 260 Kilometern Höhe. Bei einer zweiten Zündung der Oberstufe wird die elliptische Umlaufbahn zu einer Kreisbahn in etwa 260 Kilometer Höhe stabilisiert. Etwa 70 Minuten nach dem Start wird die wiederzündbare Oberstufe der Ariane vom ATV abgetrennt. Diese wird anschließend mit einem kurzen Bremsmanöver in die Erdatmosphäre gelenkt, wo sie wenig später verglüht. Das Kontrollzentrum in Toulouse aktiviert nun das ATV. Dies beginnt mit der Entfaltung der Solargeneratoren und dem Ausrichten auf die Sonne. Alle notwendigen Bordsysteme werden der Reihe nach eingeschaltet. Etwa 100 Minuten nach dem Start ist ATV dann ein autonomes Raumfahrzeug. Überwacht vom Kontrollzentrum navigiert es zunächst über GPS. Mit mehreren Zündungen seiner Haupttriebwerke nähert sich Jules Verne über so genannte Hohmannbahnen der Bahnhöhe der ISS an, zurzeit etwa 340 Kilometer.

Highlights of the Jules Verne Mission

There will be many thrilling moments after the takeoff of the ATV in March. After about six minutes, the EPS-V upper stage carrying the ATV will separate from the burned-out first stage of the Ariane-5. After ignition, the upper stage will carry the heaviest payload ever flown on an Ariane-5 into an elliptical orbit at an altitude between 140 and 260 kilometers. The upper stage will then be reignited to leave the elliptical orbit for a stable circular orbit at an altitude of approximately 260 kilometers. About 70 minutes after takeoff, Ariane's reignitable upper stage will separate from the ATV and decelerate briefly to enter the Earth's atmosphere, where it will burn up a little later. After this, the Toulouse control center will activate the ATV which will immediately deploy its solar panels and turn them towards the sun. All necessary on-board systems will be activated in turn. About 100 minutes after takeoff, the ATV will become an autonomous spacecraft. Monitored by the control center, it will navigate by GPS at first. Firing its main engines several times, Jules Verne will approach the altitude of the ISS (currently about 340 kilometers) with a series of so-called Hohmann transfer orbits.



Hohmannbahn

In der Raumfahrt versteht man unter der Hohmannbahn die energetisch günstigste Bahn, um von einer kreisförmigen Umlaufbahn in eine andere, höher oder niedriger gelegene, zu wechseln. Dies trifft auch für Reisen von einem Planeten zu einem anderen zu. Um von einer kreisförmigen Bahn auf die nächste zu gelangen, wird eine Ellipse geflogen. Diese berührt sowohl die Ausgangsbahn, als auch die Endbahn. Für einen Hohmanntransfer sind zwei Triebwerkszündungen, so genannte Kick-Impulse, notwendig.

Diese energetisch günstigsten Manöver gehen auf den deutschen Ingenieur Walter Hohmann zurück. In seiner Schrift „Die Erreichbarkeit der Himmelskörper“ hat er das Prinzip der elliptischen Übergangsbahnen 1925 erstmals beschrieben.

Hohmann Transfer Orbit

In astronautics, a Hohmann transfer orbit is the most energy-efficient trajectory for moving from one circular orbit to another at a higher or lower altitude. The same applies to journeys between planets. To move from one circular orbit to another, a spacecraft will use an elliptical trajectory which touches both the original and the destination orbit. A Hohmann transfer requires two firings of the spacecraft's engine called kick impulses.

This energy-efficient maneuver was conceived by the German engineer Walter Hohmann. He described the principle of elliptical transfer orbits for the first time in his publication "The Attainability of Heavenly Bodies" in 1925.



Entpacken der Container im CSG
Unpacking containers at the CSG



Die letzte Phase des Anflugs an die ISS vor dem Andocken in der Animation. Die Infrarotlaser des Telegoniometers sind hierbei stilisiert und mit dem menschlichen Auge nicht sichtbar.

Artist's view of the final phase of the approach to the ISS before docking. Invisible to the human eye, the infrared laser beams of the telegoniometer are shown here for illustration purposes.

Es folgen dann etwa 16 Tage lang phasenweise Tests im Orbit und die Demonstration der technischen Möglichkeiten des Fahrzeugs. Dazu gehört unter anderem ein Manöver zur Kollisionsvermeidung, bei dem ein fehlerhafter Endanflug zur ISS simuliert wird. Bei einem entsprechenden Kommando, das von der Bodenstation oder von den ISS-Astronauten ausgelöst werden kann, soll das ATV in einem solchen Fall seinen Anflug abbrechen und auf eine definierte Warteposition außerhalb des Sicherheitsradius der ISS fliegen, der reichlich zwei Kilometer beträgt. Hier werden alle Systeme des ATVs per Telemetrie von den Ingenieuren im Kontrollzentrum überprüft, bevor ein erneuter Andockversuch durchgeführt wird. Insgesamt kann das ATV drei Andockversuche unternehmen, bevor der hierfür notwendige Treibstoff zu Ende geht.

Für alle folgenden ATVs wird der Anflug zur ISS bis zum Andocken zwischen zwei und vier Tage dauern. Diese Zeit benötigen auch die russischen Transportsysteme Sojus und Progress.

Wenn alle Tests erfolgreich verlaufen sind, erfolgt frühestens am 3. April 2008 die letzte Anflugphase und das Andocken. In etwa 30 Kilometer Entfernung zur Raumstation wird der erste Kontakt zwischen ISS und ATV über das russische KURS-System erwartet. Dies ist eine Radarverbindung zum russischen ISS-Servicemodul Swesda, die bis zum Andocken eingeschaltet bleibt. Zusätzlich wird auf das Relative GPS umgeschaltet, um die Positionsgenauigkeit bei der Navigation des ATV zu erhöhen. Falls alle Werte der ATV-Bordcomputer korrekt sind, gibt die Bodenkontrolle das Kommando zum so genannten Homing. Dies bezeichnet die weitere Annäherung des ATV an die ISS auf bis zu 3.500 Meter, die während eines halben Orbits um die Erde erfolgt, der in etwa 45 Minuten benötigt. Auf dieser Position werden erneut alle Werte und Daten geprüft. Dann folgt das Closing, das etwa 40 Minuten dauert. Die relative Geschwindigkeit gegenüber der ISS beträgt dabei

In the following 16 days or so, tests in orbit and demonstrations of the vehicle's technical capabilities will be conducted in phases, including a collision avoidance test in which a fault in the final approach to the ISS is simulated. Following a command that may be given either by the ground station or by the astronauts on the ISS in such a case, the ATV is supposed to abort its approach and move to a defined waiting position outside the ISS safety sphere, which measures a good two kilometers in radius. While it remains there, engineers in the control center will check all ATV systems by telemetry before initiating another docking attempt. The ATV is equipped to make a total of three docking attempts before running out of fuel.

All subsequent ATVs will take between two and four days to approach the ISS and dock on, which is also the time required by the Russian Soyuz and Progress transportation systems.

Once all tests have been completed successfully, the last approach and docking phase will follow on April 3, 2008 at the earliest. When the ATV is about 30 kilometers away from the space station, it is expected to make its first contact with the ISS via the Russian KURS system, a radar link with the Russian service module Zvezda which will remain active to the time of docking. At the same time, the ATV will switch to relative GPS to enhance its position accuracy during the approach. If all the data on the ATV's on-board computers are correct, ground control will give the command for homing, telling the ATV to approach the ISS further to a distance of 3,500 meters. The time required for this will be that of half an orbit around the Earth, i.e. about 45 minutes. In this position, all readings and data will be checked again, after which the closing phase will begin. During that phase, which lasts about 40 minutes, the ATV's velocity relative to the ISS will be down to c. seven centimeters per second. From a distance of about 700 meters, the ATV

nur noch etwa sieben Zentimeter pro Sekunde. Ab etwa 700 Metern Distanz übernehmen die optischen Sensoren des ATV die Navigation. Dabei tasten Infrarotlaser des so genannten Telegoniometers entsprechende Zielreflektoren auf der Außenhülle des russischen Servicemoduls ab. Anhand der Reflektionen kann der ATV-Bordcomputer die relative Lage des ATV im Raum berechnen und über seine 28 Steuerdüsen korrigieren.

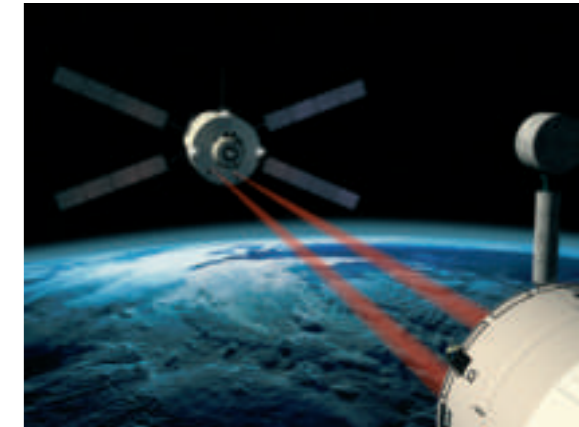
Die letzten 20 Meter werden über ein Videosystem, welches bisher das Telegoniometer überwacht hat, navigiert. Das Telegoniometer sorgt während der letzten Meter für die Überwachung dieses Vorgangs. Mit dem inzwischen ausgefahrenen mechanischen Kraft-Momenten-Sensor des Dockingadapters wird das ATV mit etwa drei Zentimetern pro Sekunde Relativgeschwindigkeit an die ISS andockt und verankert. Danach erfolgt eine gewisse Dämpfungsphase, um die entstandenen Schwingungen abklingen zu lassen. Erst dann wird das Docking mit dem Interface Seal, dem Verriegeln, dem Druckausgleich und dem Dichtigkeits-Check beendet. Vom ersten Kontakt über das KURS-System bis zum Andocken vergehen etwa fünf Stunden.

Nun wird die Luke zum ATV geöffnet, damit die Astronauten die Fracht entladen können. Der Treibstoff für das russische Servicemodul wird über den Andockring per Knopfdruck automatisch umgepumpt. Nach dem Andocken und dem Öffnen der Luke geht das ATV in eine Art Schlafmodus, um seine Ressourcen zu schonen. Das Fahrzeug bekommt dabei einen Teil des elektrischen Stroms von der ISS. Um während der Mission ein Bahnhebungsmanöver für die ISS durchzuführen, muss das ATV vorher wieder voll reaktiviert werden. Dieses Re-Boost-Manöver soll laut aktueller Planung frühestens in der zweiten Aprilhälfte stattfinden.

will navigate by its optical sensors, a process in which the infrared lasers of the so-called telegoniometer aim at target reflectors on the outer shell of the Russian service module. The reflections will be used by the ATV's computer to determine the vehicle's relative position in space and correct it with the aid of its 28 control jets.

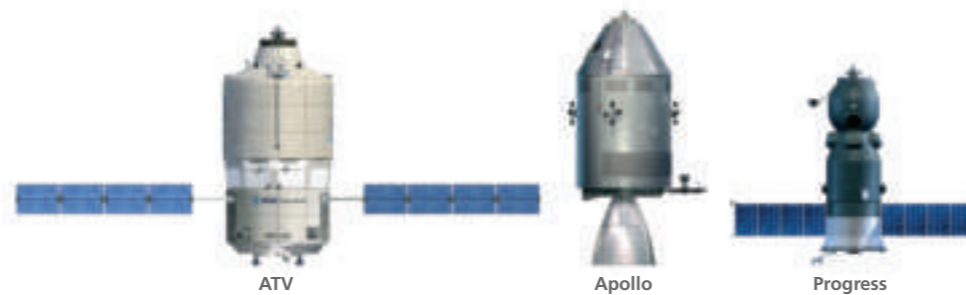
For the last 20 meters, navigation will be handled by a video system that was used to monitor the telegoniometer until then. From then on, the telegoniometer will provide redundancy. Controlled by the extended mechanical force momentum sensor of the docking adapter, the ATV will dock on the ISS at a relative velocity of about three centimeters per second. Anchoring will be followed by a damping phase to allow vibrations to subside. Only then will the docking process end with the interface seal which involves locking, pressure equalization and a leak check. The whole process takes about five hours, from the first contact made via the KURS system to docking.

Now, the ATV hatch will be opened to permit astronauts to unload its cargo. The fuel for the Russian service module will be pumped into its tanks automatically through the docking ring. Once the docking maneuver is complete and the hatch has been opened, the ATV will go into a kind of dormant mode to conserve its resources. In that mode, the craft will receive part of its electricity from the ISS. To reboost the orbit of the ISS during the mission, the ATV will have to be reactivated completely. According to current plans, this reboost maneuver will not take place before the second half of April.

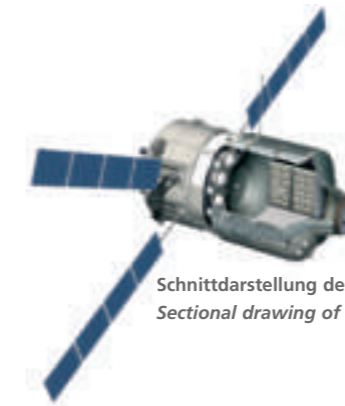


Die letzte Phase des Anflugs vor dem Andocken von der ISS aus betrachtet
The ISS view of the final phase of the approach before docking

ATV (li.) im Größenvergleich mit dem Apollo Command Module und Progress (Quelle ESA)
Size of the ATV (left) relative to the Apollo Command Module and Progress



Das japanische H2-Transfer-Vehcle (HTV)
The Japanese H2-Transfer-Vehcle (HTV)



Schnittdarstellung des ATV
Sectional drawing of the ATV

ATV > Kontrolle und Training
 ATV > Mission Control and Training



Bild links: Blick in das ATV-Kontrollzentrum während einer Docking-Simulation
Picture left: View of the ATV control center during a docking simulation

Bild rechts: Kommunikationsinfrastruktur bei der ATV-Mission (Quelle ESA)
Picture right: Communication infrastructure for the ATV mission

Kontrolle und Training

Im ATV-Kontrollzentrum in Toulouse wird die ATV-Mission überwacht. Das ESA-Kontrollzentrum ist mit den Kontrollzentren der NASA in Houston und der Russischen Raumfahrtbehörde Roskosmos in Moskau verbunden. Das Deutsche Raumfahrtkontrollzentrum des DLR in Oberpfaffenhofen ist ebenfalls als Zentrale des so genannten Interconnection Ground Subnetwork beteiligt. In drei weiteren Kontrollräumen arbeiten in Toulouse Ingenieure und Techniker und überwachen das ATV. Etwa 90 Minuten bevor das Raumfahrzeug die äußere ISS-Sicherheitszone von gut zwei Kilometer Radius um die Station erreicht, geht die Missionsverantwortung bis zum Andocken an die Kontrollzentren in Houston und Moskau über.

Beim Europäischen Astronautenzentrum (EAC) in Köln-Porz werden die ISS-Astronauten für die Ankunft des ATV bei der ISS trainiert. Hier steht der ATV-Simulator, der an das Trainingsmodul des Swesda-Servicemoduls angekoppelt ist. Die Anflug- und Andockphase, welche über eine Videokamera verfolgt wird, kann hier auf einem Bildschirm simuliert werden.

Mission Control and Training

The ATV mission will be monitored at the ATV control center in Toulouse. The ESA's control center is linked to the NASA's control center in Houston as well as to that of the Russian space agency Roskosmos in Moscow. In addition, DLR's Space Operations Center in Oberpfaffenhofen acts as the hub of this so-called Interconnection Ground Subnetwork. In Toulouse, engineers and technicians work in three rooms to monitor the ATV. About 90 minutes before the spacecraft reaches the outer safety zone of the ISS (radius c. two kilometers), responsibility for the mission until docking time will pass to the control centers in Houston and Moscow.

The European Astronaut Center (EAC) in Cologne, Germany trains the ISS astronauts in handling the arrival of the ATV at the ISS. This is where the ATV simulator is located, which is coupled to the training module of the Zvezda service module. The ATV simulator replicates the CCTV record of the approach and docking phase

Dabei üben die Astronauten per Knopfdruck das Auslösen der Funktionen wie Hold, Retreat, Resume, oder des Kollisionsvermeidungsmanövers, falls sich ATV nicht im korrekten Anflugkorridor befindet. Weiterhin wird das Be- und Entladen sowie der Transfer von Wasser und Atemluft trainiert. Die ISS-Crews 16 und 17 wurden für den Einsatz am ATV-1 entsprechend ausgebildet.

on its TV monitor. Astronauts learn how to use control buttons to initiate functions such as hold, retreat and resume or the collision avoidance maneuver in case the ATV should leave its correct approach corridor. Their instruction also covers loading and unloading as well as transferring water and air. ISS crews 16 and 17 have been trained here for the ATV-1 mission.

Viel Verkehr im Erdorbit – wer fliegt noch zur ISS?

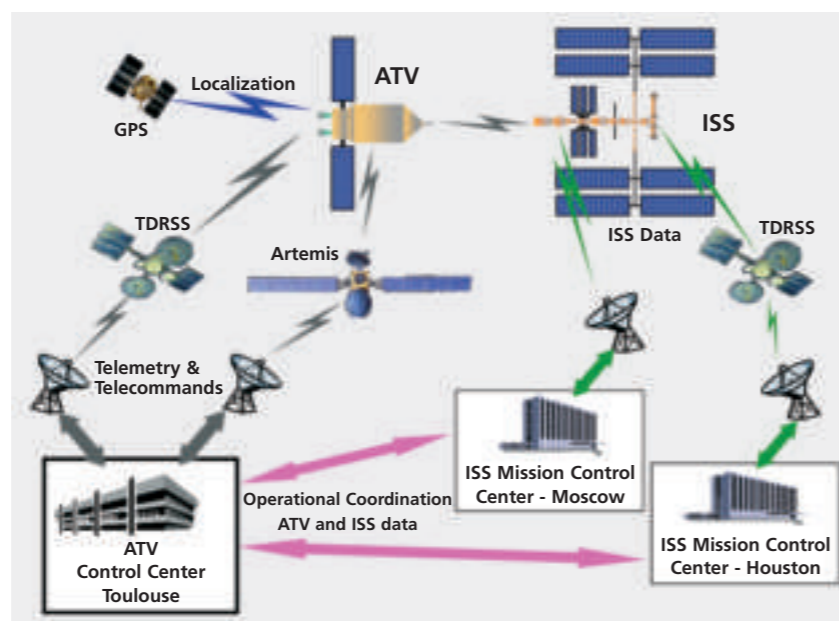
Neben dem ATV versorgen noch andere Transporter die Internationale Raumstation. Derzeit werden die ISS-Besatzungen mit zwei Sojus-Flügen und zwei bis vier Spaceshuttle-Flügen pro Jahr ausgetauscht beziehungsweise ergänzt. Zudem fliegen russische Progress-Kapseln viermal pro Jahr die ISS mit jeweils etwa 2,5 Tonnen Fracht an.

Lots of Traffic in Orbit – Who Else is Flying to the ISS?

Next to the ATV, there are other transfer vehicles supplying the International Space Station. Currently, ISS crew members are replaced and additional crew members ferried up on two Soyuz flights and two to four space shuttle flights per year. In addition, four Russian Progress capsules fly to the ISS every year carrying about 2.5 tons of freight each.

Neben ATV gibt es ein zweites neues Versorgungssystem: das japanische H2-Transfer-Vehcle (HTV). Es ähnelt dem ATV und wird voraussichtlich im Jahr 2009 zum ersten Mal fliegen. HTV soll den so genannten Verbindungsknoten 2 (Harmony) ansteuern, der das amerikanische Labor mit dem europäischen und japanischen verbindet. Dabei wird HTV mit dem Manipulatorarm der ISS am Nadirpunkt des Verbindungsknotens 2 angedockt, also an dem Punkt, der zur Erdoberfläche zeigt. HTV kann etwa sechs Tonnen Nutzlast mitführen. Davon kann bei Bedarf etwa eine Tonne Nutzlast in Form von speziellen Paletten (EP = Exposed Pallet) mitgeführt werden. Sie

There is another new logistics system besides the ATV: the Japanese H2 Transfer Vehicle (HTV). Resembling the ATV, it will probably fly for the first time in 2009. The HTV's destination on the ISS will be node 2, which connects the American laboratory to the European and Japanese sections. The ISS will use its manipulator arm to dock the HTV on the nadir port of node 2, i.e. the port that faces the Earth. The HTV will be able to carry about six tons of payload,





Automated Transfer Vehicle (ATV) auf der Ariane-5 Trägerrakete
Automated Transfer Vehicle (ATV) on top of the Ariane 5 launcher

werden in einer entsprechenden Nutzlastbucht im Servicesegment des HTV untergebracht sein. Solche automatischen beziehungsweise passiven Experimentpaletten können nach dem Andocken des HTV ebenfalls mit dem Manipulatorarm der ISS entladen und von Astronauten außen an der Gitterstruktur der ISS angebracht werden.

Wie sieht die Zukunft aus?

Der Erstflug des ATV ist für den 8. März 2008 geplant. Bis 2013 sind noch mindestens vier weitere ATV-Flüge geplant: je einer 2009, 2011, 2012 und 2013. Ob darüber hinaus weitere ATV-Missionen folgen werden, hängt nicht zuletzt vom Erfolg der wissenschaftlichen ISS-Nutzung ab. Falls sich Europa entscheidet, die Forschungsmöglichkeiten auf der ISS, hauptsächlich im COLUMBUS-Labor, länger als bis 2013 zu nutzen, könnten noch weitere ATV-Flüge stattfinden.

Japan plant maximal neun HTV-Missionen. Russland wird seine Logistik mit Progress und Soyuz fortsetzen, bis ein neues russisches Transportfahrzeug zur Verfügung steht.

of which about one ton may be transported on special pallets (EP = exposed pallet) that will be accommodated in a payload bay in the HTV service segment. After docking, these automatic and/or passive experiment pallets will be unloaded using the manipulator arm of the ISS and mounted by astronauts on the outside grid structure of the ISS.

What Will Happen Next?

The maiden flight of the ATV is scheduled for March 8, 2008. There are plans for at least four more ATV flights until 2013: one each in 2009, 2011, 2012 and 2013. Whether or not further ATV missions will follow depends to a large extent on the success of the scientific utilization of the ISS. Should Europe decide to use the research opportunities offered by the ISS and especially by the COLUMBUS laboratory beyond 2013, yet more ATV flights might follow.

Japan's plans are for a maximum of nine HTV missions. Russia will continue to use Progress and Soyuz in its logistics operations until a new Russian transfer vehicle becomes available.

Großes Potenzial von ATV

Die Technologie von ATV hat ein enormes Potenzial für zukünftige Raumfahrtanwendungen. Um dieses Potenzial auszuloten, führte die ESA während der so genannten ISS-Überbrückungsphase, die durch den Unfall des Spaceshuttle Columbia im Jahr 2003 ausgelöst worden war, diverse Studien zur Fortentwicklung des ATV durch. Hierbei wurden Aspekte wie Nutzlastrückführung von der ISS zur Erde in verschiedenen Varianten, externe Transportmöglichkeiten auf ATV, Andockmöglichkeiten des ATV am US-Segment der ISS und astronautische Transporte von der Erde in den Orbit mit einem Crewmodul betrachtet. Auch die Kombination von mehreren ATVs zu einer kleinen Raumstation, eine Modifikation als unbemannter Experiment-Träger und der Einsatz als Explorationsfahrzeug über den Erdborbit hinaus wurden untersucht.

Viele Elemente aus Entwicklungen, Versuchsergebnissen und Erfahrungen der letzten Jahre, wie beispielsweise der europäischen Kapseldemonstrator ARD und das Crew Return Vehicle Programm (CRV) wurden in die Studien einbezogen. Das Ergebnis zeigte, dass alle erforderlichen Technologien für eine ATV-Evolution in Europa vorhanden sind. Sie werden zukünftig für bemannte und unbemannte Systeme bei der Raumstationsnutzung und bei Explorationsmissionen von großer Bedeutung sein.

The ATV's Great Potential

The ATV technology has an enormous potential for future applications in astronautics. To explore this potential, ESA conducted a variety of studies on the further development of the ATV during the so-called bridging phase that was triggered by the accident of the space shuttle Columbia in 2003. The aspects covered included various options of returning cargo from the ISS to Earth, the transportation of external cargo on ATVs, options for the ATV to dock on the US segment of the ISS and transporting astronauts from Earth into orbit in a crew module. Furthermore, the possibility of combining several ATVs to form a small space station, using a modification as a robotic experiment carrier and sending it on exploration missions beyond the Earth's orbit were investigated as well.

The studies gave consideration to many elements resulting from developments, experiments and experiences in recent years such as, for instance, the European Atmospheric Reentry Demonstrator (ARD) and the Crew Return Vehicle (CRV) program. It was found that all technologies required for an evolution of the ATV are available in Europe. They are certain to be of great importance in the future development of manned and robotic systems to be used on the space station and on exploration missions.



ATV angedockt an die ISS
ATV docked on the ISS

Datenübersicht

ATV-1 Jules Verne	
Auftraggeber	ESA
Hauptauftragnehmer	EADS-Astrium Space Transportation
Länge (Startkonfiguration)	9,79 m
Größter Durchmesser	4,48 m
Spannweite Solargenerator	22,28 m
Startmasse	19.400 kg
Treibstoffmasse	5.753 kg
Nutzlasten	
Atemluft	20 kg
Trinkwasser	281 kg
Treibstoff für russisches Servicemodul	860 kg
Nahrung, Kleidung, Ersatzteile, Astronautenbedarf	1.200 kg
Treibstoffanteil für ISS Re-Boost	2.260 kg
Kapazität für ISS Abfall	ca. 6.500 kg
Hauptantrieb	4 x 490 N Triebwerke
Orbitkontrolle und Steuerung	28 x 220 N Triebwerke
Energieerzeugung	ca. 4.000 Watt
Energiebedarf Aktiv-/Ruhemodus	900 Watt / 400 Watt
Kommunikation zum Boden	S-Band via TDRS
Kommunikation zur ISS	S-Band via Prox.- Link
Navigation	GPS
Start (geplant)	8. März 2008
Andocken (geplant)	30. März 2008
Geplante Missionsdauer	6 Monate

Data Overview

ATV-1 Jules Verne	
<i>Client</i>	<i>ESA</i>
<i>Prime contractor</i>	<i>EADS-Astrium Space Transportation</i>
<i>Length (launch configuration)</i>	<i>9.79 m</i>
<i>Maximum diameter</i>	<i>4.48 m</i>
<i>Solar panel span</i>	<i>22.28 m</i>
<i>Launch mass</i>	<i>19.400 kg</i>
<i>Fuel mass</i>	<i>5.753 kg</i>
<i>Payloads</i>	
<i>Air</i>	<i>20 kg</i>
<i>Drinking water</i>	<i>281 kg</i>
<i>Fuel for Russian service module</i>	<i>860 kg</i>
<i>Food, clothing, spare parts, astronaut supplies</i>	<i>1,200 kg</i>
<i>Fuel for reboosting the ISS</i>	<i>2,260 kg</i>
<i>ISS waste capacity</i>	<i>c. 6,500 kg</i>
<i>Main engines</i>	<i>4 x 490 N engines</i>
<i>Attitude control</i>	<i>28 x 220 N engines</i>
<i>Power generation</i>	<i>c. 4,000 Watt</i>
<i>Power active/dormant mode</i>	<i>900 Watt / 400 Watt</i>
<i>Ground communication</i>	<i>S-Band via TDRS</i>
<i>Communication with the ISS</i>	<i>S-Band via Prox.- Link</i>
<i>Navigation</i>	<i>GPS</i>
<i>Launch (scheduled)</i>	<i>8th of March</i>
<i>Docking (scheduled)</i>	<i>30th of March</i>
<i>Scheduled mission duration</i>	<i>6 months</i>

Herausgeber
Published by

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

German Aerospace Center

Raumfahrt-Agentur
Space Agency

Anschrift
Address

Bonn-Oberkassel
Königswinterer Straße 522-524
53227 Bonn
Germany

Redaktion
Editor

Dr. Niklas Reinke

Text
Text

Dr. Niklas Reinke, Volker Schmid,
Michael Müller

Gestaltung
Design

CD Werbeagentur GmbH,
Troisdorf

Druck
Printing

Druckerei Thierbach KG,
Mülheim/Ruhr

Drucklegung
Press date

Köln, Februar 2008

Abdruck (auch von Teilen) oder sonstige Verwendung nur nach vorheriger Absprache mit dem DLR gestattet.

Reproduction in whole or in part or any other use is subject to prior permission from the German Aerospace Center (DLR).

© Bilder/images: DLR, ESA, CNES, JAXA, Astrium GmbH, Arianespace, NASA.

www.DLR.de

Schnittdarstellung ATV (re.)
angedockt an das russ.
Servicemodul
Sectional drawing (r.)
of the ATV docked to the
Russian Service module