

6 „X 38“-RETTUNGSFAHRE
Dieses Modell, mit dem die siebenköpfige Crew wie mit einem Mini-Shuttle auf der Erde landen kann, befindet sich noch in der Entwicklung. Bis dahin dienen „Sojus“-Fähren als kosmische Rettungsboote, die aber nur drei Astronauten fassen

7 „FUNCTIONAL CARGO BLOCK“
Dieses Modul, auch „Sarja“ genannt (Russisch für Sonnenaufgang), ist der Grundstein der Raumstation und wird als Tank und Steuerungseinrichtung genutzt. Start: 20. November

8 RUSSISCHES SERVICE-MODUL
Der Wohntrakt, der drei Astronauten beherbergen soll, wird am 3. Dezember mit einem Shuttle gestartet

9 RUSSISCHE LABORMODULE
Bis 2004 sind zwei russische Labormodule geplant. Ihre Ausrüstung ist mit derjenigen der westlichen Labormodule nicht kompatibel. Die Hälfte der Forschungszeit sollen Wissenschaftler anderer Nationen bekommen

10 EUROPÄISCHER RAUMFRACHTER
Die von der Esa neu entwickelte Frachtfähre ATV liefert Treibstoff und Proviant. Drei- bis viermal im Jahr muss sie die Station in den richtigen Orbit zurückchieven

11 RUSSISCHER RAUMFRACHTER
Russland verwendet die bewährte „Sojus“

1 US-LABORMODUL
Es soll im Oktober 1999 installiert werden und ist die einzige Forschungsstätte in den ersten vier Baujahren

2 ZENTRIFUGE
Durch die Fliehkraft in der Zentrifuge kann Schwerkraft dosiert simuliert und in speziellen Experimenten ausgenutzt werden

3 JAPANS LABOR JEM
Hier gibt es acht Laborschränke, dazu eine Plattform für Außenbord-Experimente im Vakuum

4 EUROPAS LABORMODUL „COLUMBUS“
Im Auftrag der europäischen Raumfahrtbehörde Esa wird „Columbus“ von Daimler-Benz Aerospace in Bremen hergestellt. Das 1,23 Milliarden Mark (628 Millionen Euro) teure Modul soll im Februar 2003 andocken

5 US-WOHNMODUL „TRANS HAB“
Das letzte Bauelement der Station (Januar 2004) bietet vier Astronauten ein Zuhause. Als einziges Modul soll es eine aufblasbare Kunststoffhülle haben

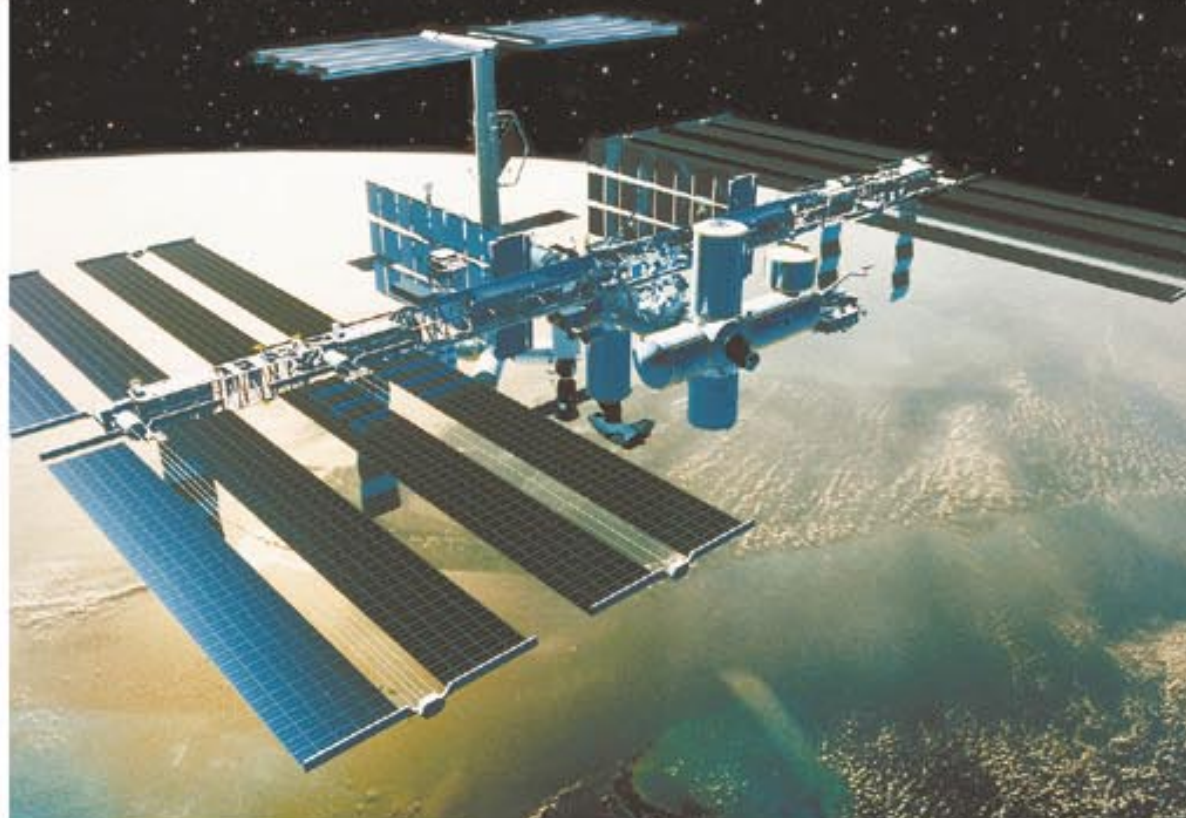
Mit mehrjähriger Verspätung beginnt jetzt das größte Raumfahrtprojekt seit der Mondlandung: der Bau der INTERNATIONALEN RAUMSTATION. Die technische Herausforderung ist enorm – der wissenschaftliche Nutzen umstritten

Kosmischer Koloss

VON NIELS BOEING

Hunderte Male haben die massigen Proton-Raketen in den vergangenen Jahrzehnten vom russischen Weltraumbahnhof Baikonur abgehoben, Satelliten und Kosmonauten ins All geschossen. Doch der Proton-Start am 20. November ist keine Routine: Mit ihm soll für die internationale Raumfahrt das 21. Jahrhundert beginnen. Der Feuer spuckende Gigant bringt das Kontrollmodul „Sarja“ (Russisch für Sonnenaufgang) in den Kosmos, den Grundstein der Internationalen Raumstation ISS.

Endlich. Mit über drei Jahren Verspätung, in denen um Milliarden Dollar gefeilscht und um Verträge gestritten wurde, nähert sich ein alter Traum der bemannten Raumfahrt seiner Verwirklichung. Mindestens 42 Milliarden Mark (21,43 Milliarden Euro) allein an Baukosten ist den 16 Nationen ein internationaler Außenposten im All wert. Die Nasa will amerikanischen Steuerzahlern die ISS vor allem mit dem Argument



schmackhaft machen, die „US-Führung der Weltgemeinschaft auszubauen“. Für das wirtschaftlich siehe Russland, einst Herausforderer der USA im Kosmos, geht es darum, nach dem baldigen Ende der Raumstation „Mir“ überhaupt noch im All mitspielen zu können. Europäer und Japaner hingegen wollen erstmals mit eigenen Projektanteilen in der bemannten Raumfahrt Fuß fassen. Und alle schwärmen sie von den großen wissenschaftlichen Herausforderungen, die die künftige Forschungsfabrik im Orbit mit ihrer fast vollständigen Schwerelosigkeit bietet.

Sicher ist: Allein wegen seiner Kosten und seiner Ausmaße ist das kosmische Bauprojekt das größte Ereignis in der Geschichte der Raumfahrt seit der Mondlandung. In fünf-einhalb Jahren sollen Astronauten 407 Kilometer über der Erdoberfläche einen Koloss von 456 Tonnen aus Leichtmetall und Kunststoff zusammenfügen. Mit über 108 Meter Spannweite und fast 80 Meter Länge hat die ISS die Ausmaße eines Fußballstadions. In sechs Labormo-

dulen sollen ab 2003 bahnbrechende Entdeckungen gelingen.

Ein erster Erfolg ist, dass das Projekt ISS schließlich überhaupt zu Stande kam. Die USA, von einem sparwütigen Kongress dominiert, ein russischer Staat, der nur vorläufig dem Staatsbankrott entronnen ist, dazu von Arbeitslosigkeit oder Rezession gebeutelte Europäer und Japaner – sie alle raufen sich am Ende zu einer friedlichen Kooperation zusammen, die auf der Erde wegweisend sein könnte. Die technische Herausforderung der ISS ist gewaltig. In 43 Flügen werden die Elemente in die Umlaufbahn gehievt – ohne dass es auf der Erde vorher eine Probe-Montage gegeben hätte. „Das ist ein absolutes Novum“, sagt Harry Ruppe, Raumfahrtveteran an der TU München.

Der Kern der ISS wird in den ersten fünf Missionen bis voraussichtlich Juni 1999 errichtet. „Sarja“, das erste Modul, wird als Treibstofftank, Steuereinrichtung und Kommunikationsplattform dienen. In zwei Wochen wird es mit dem amerikanischen Verbindungsknoten „Unity“ verschraubt, an dem später die Luftschleuse für Ausflüge in den Weltraum, der Forschungsstrakt der westlichen Länder sowie die ausladende Solaranlage der ISS ansetzen können.

Im April 1999 will Russland das Service-Modul auf der anderen Seite von „Sarja“ anschließen, in dem während der vierjährigen Bauphase eine dreiköpfige Besatzung wohnen kann. Die erste Crew, zwei Russen und ein Amerikaner, soll im Juli ihr neues Domizil im Orbit beziehen.

Von da an sollen fast monatlich Shuttles und Proton-Raketen neue Module, Solarpaneele oder Innenausstattung anliefern. Anders als bei bisherigen Raummissionen werden die Astronauten vor allem kosmische Bauarbeiter sein, die regelmäßig auf der wachsenden ISS herumturnen. Während der Bauphase sind 91 space walks nötig, die insgesamt rund 550 Stunden dauern werden.

Damit die Arbeit im All leicht von der Hand geht, verbesserte die Nasa die Raumanzüge. Die Handschuhe sind beweglicher und mit beheizbaren Fingerspitzen ausgestattet, auf den Helmen sitzen Flutlichtscheinwerfer. Mit Hilfe einer neuen Rettungsweste mit kleinen Düsen soll sich ein abgetriebener Astronaut wieder zur ISS zurückmanövrieren können. Unterstützt werden die kosmischen Bauarbeiter von mehreren Roboterarmen. Der fast 17 Meter lange kanadische SSRMS hievt nicht nur neue Bauteile aus dem Shuttle, sondern auch die Astronauten an die Montagestelle. Um die Module der ISS

„Ohne Grenzzäune“

Der deutsche Weltraum-Manager HARTMUT RIPKEN über Völkerverständigung und Industrieforschung an Bord der Internationalen Raumstation

DIE WOCHE Was rechtfertigt es, die Internationale Raumstation gegen alle finanziellen Widerstände und wissenschaftlichen Einwände nun doch ins All zu biegen?

HARTMUT RIPKEN Sie ist eine Plattform, von der aus wir erstmals eine intensive Forschung im All betreiben können. Das war bislang nicht möglich, erst recht nicht im Bereich der Industrieforschung. Aber die Raumstation ist nicht primär konzipiert worden, um durch Nutzung gerechtfertigt zu werden. Sie ist zu einem großen Teil ein politisches Unterfangen, bei dem die Weltmächte zu einer globalen Partnerschaft in der Forschung zusammengebracht werden. Frühere Erfindungen werden dort oben zusammenarbeiten und zusammenleben, ganz ohne Grenzzäune. Allein das rechtfertigt die Raumstation.

DIE WOCHE Jeder hat allerdings sein eigenes Labormodul.

RIPKEN Die Russen sind in gewisser Weise selbstständig und verwalten ihre Module selbst, genau so wie die westliche Welt ihre Module selbst verwaltet. Die USA haben ein Modul für sich alleine, das europäische und das japanische Modul wird von den Amerikanern mitbenutzt. Alle Partner aber stehen gemeinsamen Nutzungsabsprachen sehr offen gegenüber; von daher ist es schon ein Gemeinschaftsunternehmen.

DIE WOCHE Die Raumstation soll auch Impulse für die Wirtschaft bringen. Wie groß ist das Interesse?

RIPKEN In der Vergangenheit war die Resonanz in Deutschland etwas verhalten, manchmal sogar ablehnend – obwohl der Staat während der Anfangsphase der Stationsnutzung die Transport- und Betriebskosten trägt, so dass auf die Unternehmen nur die Kosten für die eigentlichen Experimente zukommen. Das Klima hat sich aber geändert. Einen Durchbruch hatten wir im Mai dieses Jahres auf der Internationalen Luft- und Raumfahrtausstellung in Berlin. Die Resonanz auf unseren Workshop mit

Industrie- und Forschungsdachverbänden war sehr groß. Wir haben die Nutzungsmöglichkeiten der Station vorgestellt, die Zugangsmöglichkeiten erläutert und direkte Kontakte mit Industrievertretern aufnehmen können. Das war ein erstes Bausteinchen, aber es weist in die Zukunft.

DIE WOCHE Gibt es bereits konkrete Vorhaben der Industrie?

RIPKEN Bosch Telecom hat einen Vorschlag aus dem Bereich Telekommunikation eingereicht. Es geht um die Miniaturisierung von Bauteilen für Satelliten durch die Hochtemperatur-Supraleitung. Kleinere Bauteile sparen Gewicht und damit Geld beim Start – oder es lässt sich bei gleichem Gewicht die Leistung eines Telekommunikationssatelliten stark erhöhen. Funktionieren die miniaturisierten Experiment-Bauteile unter den Umgebungsbedingungen im Weltall, eröffnet das der Kommunikationsindustrie neue Chancen auf dem internationalen Markt.

DIE WOCHE Wäre dieses Experiment nicht auch auf der Erde durchführbar?

RIPKEN Der Nachweis, dass das System auch im All über Jahre hinaus einwandfrei funktioniert, ist nur dort möglich. Man kann auf der Erde zwar annähernd ähnliche Versuche machen, könnte aber dann nicht die Weltraumtauglichkeit unter Beweis stellen – und damit entfehle ein wichtiges Verkaufsargument auf dem heiß umkämpften Weltmarkt.

DIE WOCHE Werden die Astronauten neben der Bedienung dieser völlig neuen Raumstation und anfallenden Reparaturarbeiten überhaupt zum Forschen kommen?

RIPKEN Der Mangel an Besatzung ist tatsächlich ein großes Problem. Wir werden in der Endausbaustufe ab 2003 sieben Astronauten an Bord haben. Das ist für eine Raumstation mit der Größe von vier Einfamilienhäusern, die noch dazu mit Laborgeräten vollgestopft ist, sehr wenig. Deshalb setzen wir in vielen Bereichen stark auf die Automation und Robotik. Außerdem versuchen wir die Nutzung zu internationalisieren. Das heißt, es sollen nicht in jedem Modul die gleichen Geräte stehen, sondern alle sollen möglichst viele Geräte mitbenutzen dürfen – quasi eine „Raumstation ohne Wände“. Das ist angesichts der knappen Kassen die einzige Möglichkeit, eine gute Nutzung zu einem erschwinglichen Preis hinzubekommen. Da sind wir aber erst am Anfang der Gespräche.

Interview: DAGMAR RÖHRLICH



HARTMUT RIPKEN (52) ist beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Bonn zuständig für die Koordinierung der Nutzungsvorbereitung an Bord der Internationalen Raumstation

