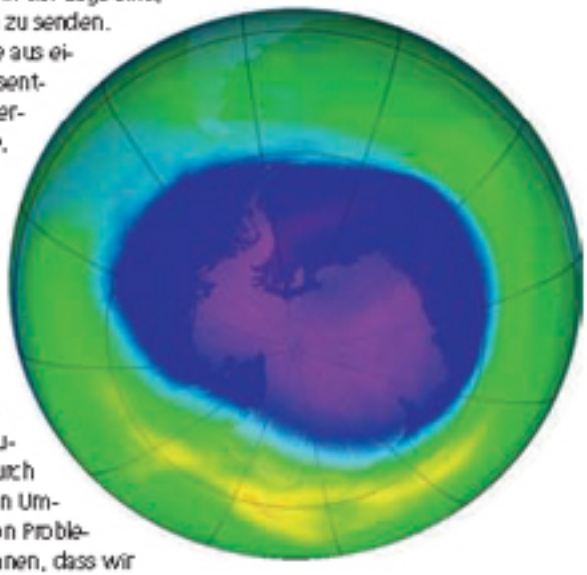
So sieht ein Astronaut die Erde. Aus der Umlaufbahn des Space Shuttle in 300 km Höhe erkennt man unseren Heimatplaneten noch nicht als Kugel. Deutlich wird aber die Krümmung des Horizonts. Die Atmosphäre wirkt dünn und verletzlich. Darüber, schwarz und ziemlich leer, das lebensfeindliche Weltall.

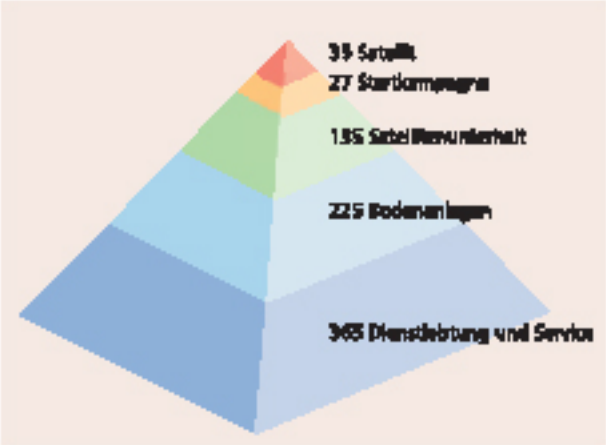
Das Ozonloch (blau) über dem Südpol überdeckt im September 2005 fast den gesamten antarktischen Kontinent.



Blick von Außen

Seit Beginn der Raumfahrt entwickeln sich die Erkenntnisse mit atemberaubender Geschwindigkeit. Fast haben wir uns daran gewöhnt, unsere Bedeutung im Universum immer weiter zu relativieren. Gleichzeitig hat sich unser Horizont erweitert, da wir heute in der Lage sind, Sonden und in bescheidenem Umfang auch Menschen in den Weltraum zu senden. Die neue Beobachtungsposition im All ermöglicht den Blick auf die Erde aus einer neuen, ungewöhnlichen Perspektive. Ländergrenzen werden unwesentlich, man sieht nur noch Kontinente, Gebirge und Flüsse, die Ozeane erscheinen unendlich groß. Ständig verdecken Wolken einen Teil der Erde, wodurch die Farben weiß und blau den Anblick dominieren. Der gekrümmte Horizont wirkt verwaschen durch die diffuse Obergrenze der Atmosphäre. Die Sterne strahlen unglaublich klar und funkeln nicht mehr. Sehr schnell bewegt sich das Raumschiff über die Erde, Länder sind in Minuten überflogen.

Aus dieser Sicht wird die ganze Verletzlichkeit unseres Heimatplaneten deutlich. Die Atmosphäre wirkt extrem dünn und empfindlich, dennoch schützt sie uns vor der unwirtlichen Umgebung des Weltalls. Viel besser als ein Raumschiff ist die Erde mit einem perfekten Lebenserhaltungssystem ausgestattet. Die Entdeckung des Ozonlochs hat uns die Augen geöffnet für das heikle Gleichgewicht unseres Ökosystems, das durch unseren eigenen Unrat gefährdet wird. Schon immer hat der Mensch sein Umfeld verschmutzt, und wahrscheinlich hatten die Steinzeitmenschen schon Probleme, die Höhle sauber zu halten. Aber zum ersten Mal müssen wir erkennen, dass wir



Mehrwert-Pyramide im Bereich der Satellitennavigation und -kommunikation (geschätzt in Milliarden Euro) für den Zeitraum von 1998–2007. Der Umsatz im Weltraum selbst ist klein, verglichen mit dem auf der Erde.

Die Branche: klein aber fein

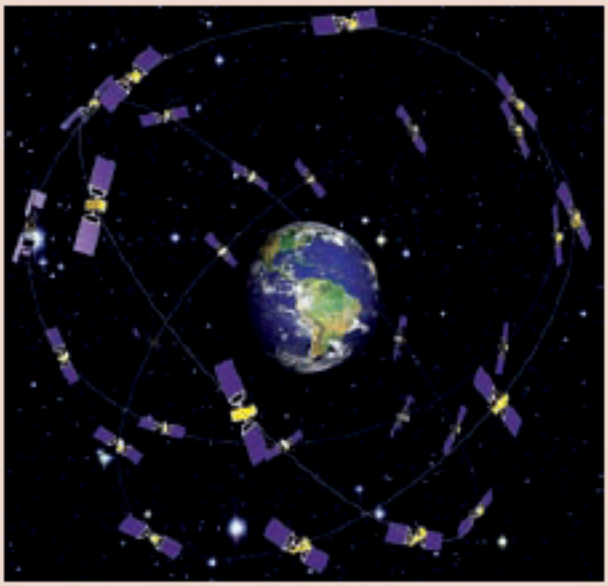
Die Luft- und Raumfahrt ist als Industriebranche relativ klein. Sie erbringt in den Industriestaaten weniger als 4 % der Wertschöpfung im Produktionsbereich und weniger als 0,6 % in der Gesamtwirtschaft. Das ist zunächst erstaunlich, denn die Sichtbarkeit und der Einfluss der Ergebnisse auf unser tägliches Leben ist daran gemessen enorm.

Der weltweite Umsatz der Raumfahrtindustrie wird auf ca. 150 Milliarden Euro geschätzt. Das ist eine große Summe, aber klein im Vergleich zu anderen Technologiebranchen. Allein der Markt der terrestrischen Telekommunikation setzt international fast zehnmal so viel um.

Telekommunikation, Navigation und Erdbeobachtung sind auch für die Raumfahrtindustrie die wichtigsten Geschäftsfelder. Hier werden zusammen etwa 110 Milliarden Euro umgesetzt, wobei die Kommunikation mit 100 Milliarden den Löwenanteil erbringt, gefolgt in weitem Abstand von der Navigation (7,3) und der Erdbeobachtung (3,2). Dabei wird nur ein Anteil im Prozentbereich für den eigentlichen Satelliten, das Raumsegment, aufgewendet. Das meiste Geld bleibt am Boden, wobei abgeleitete Dienstleistungen wie zum Beispiel die Telefongespräche oder die überwiegend durch Werbung finanzierte Fernsehausstrahlung die mit Abstand größten Umsätze erbringen.

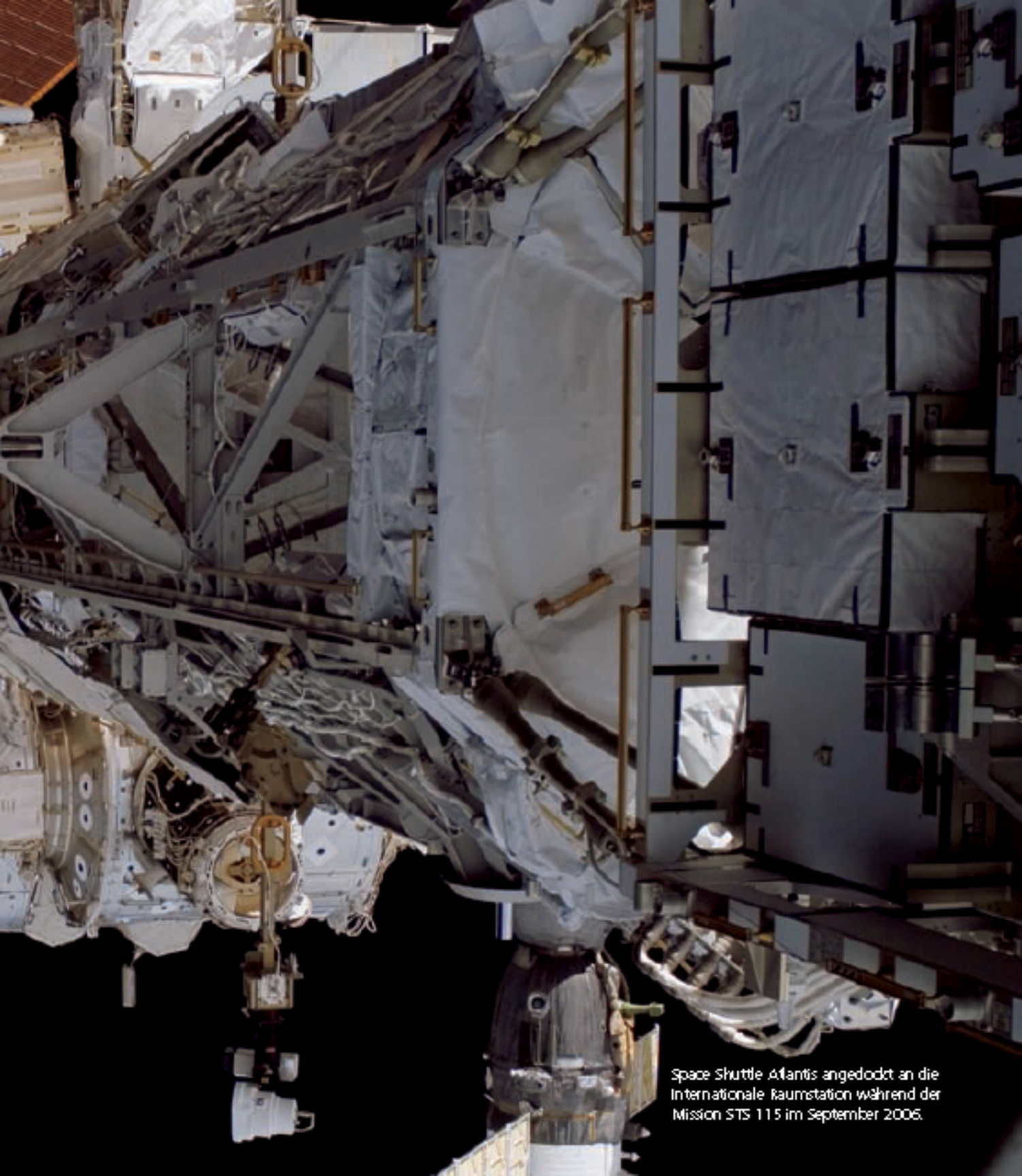
Galileo

Im Jahr 2002 wurde entschieden, in Europa ein eigenes Satelliten-Navigationssystem aufzubauen. Galileo besteht aus 30 Satelliten (27 aktive und 3 Ersatzgeräte), die in einer Höhe von 23 222 km in drei aufeinander abgestimmten Umlaufbahnen die Erde umkreisen. Im Gegensatz zu den ursprünglich für militärische Zwecke gebauten Systemen GPS (USA) und GLONASS (Russland) wurde Galileo für zivile Nutzung entworfen. Dadurch kann es die hohen Zuverlässigkeitsanforderungen der Luftfahrt oder anderer kritischer Nutzungsgebiete erfüllen. Die vollständige Inbetriebnahme ist für das Jahr 2011 vorgesehen. Vereinbarungen mit den USA gewährleisten, dass die Satelliten sich mit GPS ergänzen, so dass für den Benutzer mehr Satelliten und bessere Verfügbarkeit eine höhere Genauigkeit der Ortsbestimmung erlauben.



Der Weltraum als Labor

Labor im All: Die Internationale Raumstation
Ein Arbeitstag im All
Schwerkraft? Nein danke!



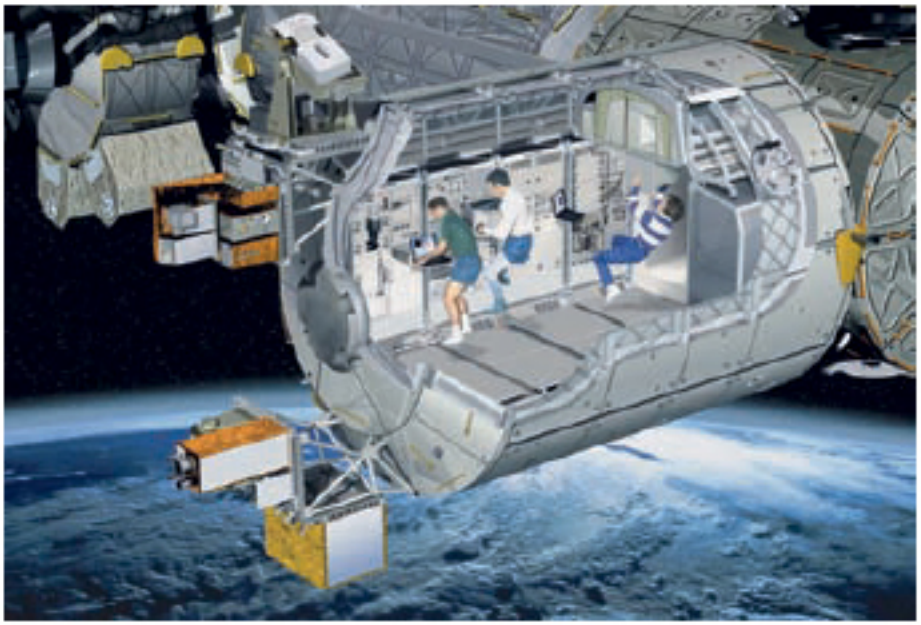
Space Shuttle Atlantis angedockt an die Internationale Raumstation während der Mission STS 115 im September 2006.

So wird die Internationale Raumstation nach ihrer Fertigstellung im Jahr 2010 aussehen. Die großen Solargeneratoren sind stets zur Sonne ausgerichtet und versorgen die Station mit Energie. Senkrecht dazu, von der Sonne abgewandt, strahlen Kühlflächen die erzeugte Wärme in den Weltraum ab. In den röhrenförmigen Elementen befinden sich die Aufenthaltsräume für die Mannschaft und die wissenschaftlichen Labors. Auch an der Außenseite sind wissenschaftliche und technologische Nutzlasten angebracht. Das nutzt man für Teleskope oder Materialprüfeinrichtungen, die den Weltraumbedingungen direkt ausgesetzt werden.

ihnen stehen hunderte von Wissenschaftlern und Ingenieuren, die ihre Experimente für den Weltraumflug vorbereitet haben und später die Ergebnisse auswerten, dazu diejenigen, die den Betrieb rund um die Uhr aufrecht erhalten.

Wozu braucht man eine Raumstation?

Natürlich hat jeder der Partner im internationalen Raumstations-Konsortium seine individuellen Gründe, warum er sich an diesem Großprojekt beteiligt. Sie können politischer, wirtschaftlicher oder wissenschaftlicher Natur sein. Man einigte sich auf drei gemeinsame, allgemeine Ziele, die als Richtschnur für Konstruktion und Bau dienten:

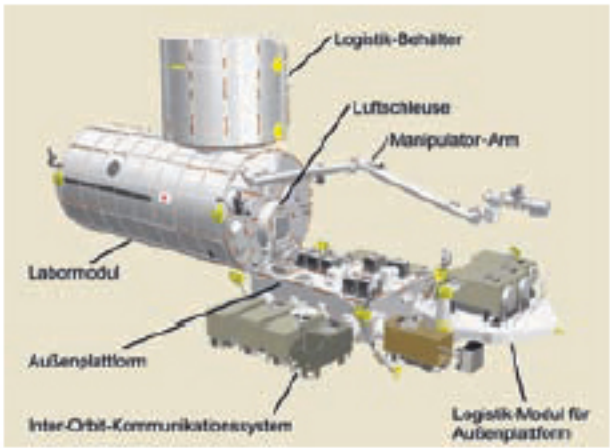


Das Columbus-Labor hat mit 6,7 m Länge und einem Durchmesser von 4,5 m etwa die Dimension der Business-Klasse einer Langstreckenmaschine. Mit einer Masse von 13 t trägt es auf jeder Seite fünf standardisierte, Doppelmessschränke. Von den 10 Anlagenschränken nutzt die ESA 5, die anderen 5 stehen der NASA zur Verfügung – ein Tauschgeschäft gegen Transport- und Versorgungsflüge mit dem Space Shuttle. An der Außenseite des Columbus-Moduls befinden sich Montageplattformen, an denen Instrumente installiert werden, die direkt der Weltraumumgebung ausgesetzt werden sollen.

Rakete zusammen mit dem europäischen Roboterarm zur ISS gebracht. Es bietet Platz für wissenschaftliche Geräte, Wohn- und Lagerräume und verfügt außerdem über Triebwerksysteme zur Bahn- und Lagekontrolle der Station.

Das europäische als Labor Columbus ist deutlich kleiner wie die amerikanischen und japanischen Labors und enthält Platz für insgesamt zehn standardisierte Experimentieranlagen. Es wird Ende 2007 oder Anfang 2008 mit dem Shuttleflug STS-122 zur ISS gebracht.

Der japanische Raumstationsbeitrag Kibo (japanisch für Hoffnung) besteht aus mehreren Teilen. Das Hauptmodul, ungefähr so groß wie das amerikanische Destiny-Modul, dient als Labor und wiegt knapp 16 Tonnen. An seiner Stirnseite befindet sich eine Art Balkon, eine Plattform für Experimente im freien Weltraum. Mit einem Roboterarm können Anlagen auf die Plattform gebracht oder von dort geborgen werden. Eine kleine Luftschleuse ist am Hauptmodul angebracht, durch die der Austausch von Geräten zwischen der Plattform und dem Labor stattfindet. Oben am Hauptmodul befindet sich ein großer Behälter, der unter demselben Druck steht wie das Labor und von dort zugänglich ist. Hier werden Geräte, Materialien und Verbrauchsgüter untergebracht. Er kann, komplett gefüllt mit Fracht, vom Space Shuttle in die Umlaufbahn oder zur Erde zurück gebracht werden.



Das japanische Labormodul Kibo mit oben aufgesetztem Logistikbehälter, Roboterarm und Außenplattform.