ISS



Internationale

Raumstation

International Space Station

DARA

ISS

Internationale

Raumstation

International Space Station

Geleitwort

Die im Oktober 1995 auf der ESA-Ministerratstagung in Toulouse beschlossene Beteiligung Europas an der Internationalen Raumstation (ISS) dokumentiert die neue Handlungsfähigkeit und die langfristige Kontinuität der europäischen Raumfahrt. Mit diesem Schulterschluß hat sich Europa als kompetenter und zuverlässiger Partner der an der Raumstation beteiligten Staaten USA, Rußland, Japan und Kanada erwiesen.

Die Entscheidungen von Toulouse eröffnen der deutschen Wissenschaft und Wirtschaft zukunftsorientierte Perspektiven. Im globalen Wettbewerb der Standorte kann Deutschland seinen Platz sichern, wenn wir Innovations- und Hochtechnologiepotentiale auch langfristig erschließen. Dazu leistet die Raumfahrt ihren Beitrag. Die Beteiligung an der Entwicklung, dem Bau und dem Betrieb der Raumstation bietet die einmalige Chance, das Nutzungspotential der Raumfahrt auszuschöpfen. Die Forschung unter Weltraumbedingungen, aber auch zahlreiche andere Gebiete der Grundlagen- und angewandten Forschung erhalten eine exzellente Arbeitsmöglichkeit. Die im Weltraum durchgeführten Experimente werden auch für die Forschung und Entwicklung auf der Erde in vielen Bereichen innovative Impulse geben.

Mit der Einigung auf eine Beteiligung an der Internationalen Raumstation steht für die kommenden Jahre als prioritäre Aufgabe die Vorbereitung einer optimalen Nutzung der Station an. Die ab 2002 verfügbaren Laborkapazitäten eröffnen ein weites Spektrum multidisziplinärer Forschungsmöglichkeiten. Dabei kommt auch den industriellen und kommerziellen Nutzungsperspektiven eine besondere Bedeutung zu. Die deutsche Wirtschaft hat daher ebenso wie Wissenschaft und Forschung die Chance, sich dieses neuen Forschungswerkzeugs in großem Umfang zu bedienen.

Die Ausgangssituation ist gut: Deutschland übernimmt bei der Entwicklung und dem Bau des europäischen Labormoduls COF die Systemführerschaft. Die deutsche Industrie kann dabei auf den Erfahrungen aufbauen, die mit dem unter deutscher Federführung entwickelten europäischen Spacelab sowie den deutschen Missionen D-1 und D-2 gewonnen worden sind.

Für die europäische und deutsche Raumfahrt ist in Toulouse der Weg in das nächste Jahrtausend geebnet worden. Der Aufbau und der Betrieb der Internationalen Raumstation wird neue Maßstäbe für eine friedliche und zukunftsorientierte Nutzung des Weltraums setzen. Mit dieser weltweit einmaligen Kooperation eröffnet die Raumfahrt neue grenzüberschreitende Perspektiven für das 21. Jahrhundert.

Dr. Jürgen Rüttgers
Bundesminister für Bildung, Wissenschaft,
Forschung und Technologie

Inhalt

INHALT

Inhalt

Auf dem Weg zur Internationalen Raumstation (ISS) 2

1

ISS: Beiträge zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen 6

Planet Erde 8

Weltall 10

2

ISS: Beiträge zur Sicherung der gesellschaftlichen Lebensgrundlagen 12

Gesundheit 14

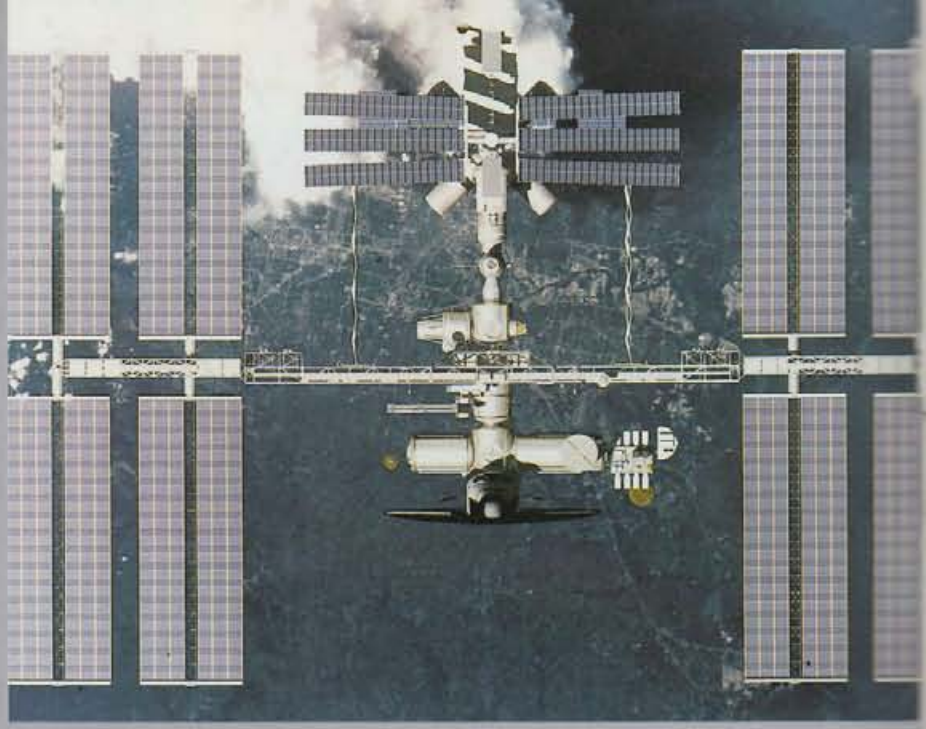
Technologie 16

Wirtschaft 18

Bodeninfrastruktur 20



Die Internationale Raumstation als Computersimulation



Die Internationale Raumstation wird eine Gesamtmasse von 415 t haben und die Abmessungen werden 108 m x 74 m betragen. Das Volumen aller Module beträgt 1.140 m^3. Die Laborschränke, die eingebaut werden können, umfassen allein 53 m^3.

Auf dem Weg zur Internationalen Raumstation (ISS)

In den letzten drei Jahrzehnten hat sich Deutschland einen Spitzenplatz in der internationalen Raumfahrt erarbeitet. Mit anspruchsvollen und wissenschaftlich ertragreichen Projekten und Missionen ist Deutschland zu einem gefragten Partner unter den Raumfahrtnationen geworden. Durch die zielgerichtete Programmplanung konnte wertvolles Know-how in der Querschnittstechnologie Raumfahrt gesammelt werden. Die Liste der erfolgreichen Missionen und Projekte erstreckt sich von der Erderkundung, der Atmosphärenforschung und Astronomie über die Kommunikation und Gesundheitsforschung bis hin zur Grundlagenforschung und der Entwicklung neuer Produkte. Durch eine Beteiligung an der Internationalen Raumstation (ISS) wird dieser wertvolle Wissens- und Erfahrungsschatz direkt in neue, zukunftsweisende Projekte und Entwicklungen investiert. Die Internationale Raumstation bedeutet insbesondere für die deutsche Forschung unter Weltraumbedingungen die konsequente Fortführung der erfolgreichen Missionen D-1 und D-2 an Bord des amerikanischen Space Shuttle sowie MIR '92 und EUROMIR 94/95 an Bord der russischen Raumstation. An diesen und weiteren internationalen Missionen hatten deutsche Astronauten, Wissenschaftler und Techniker, die sich auf eine leistungsfähige Bodeninfrastruktur verlassen konnten, maßgeblichen Anteil.

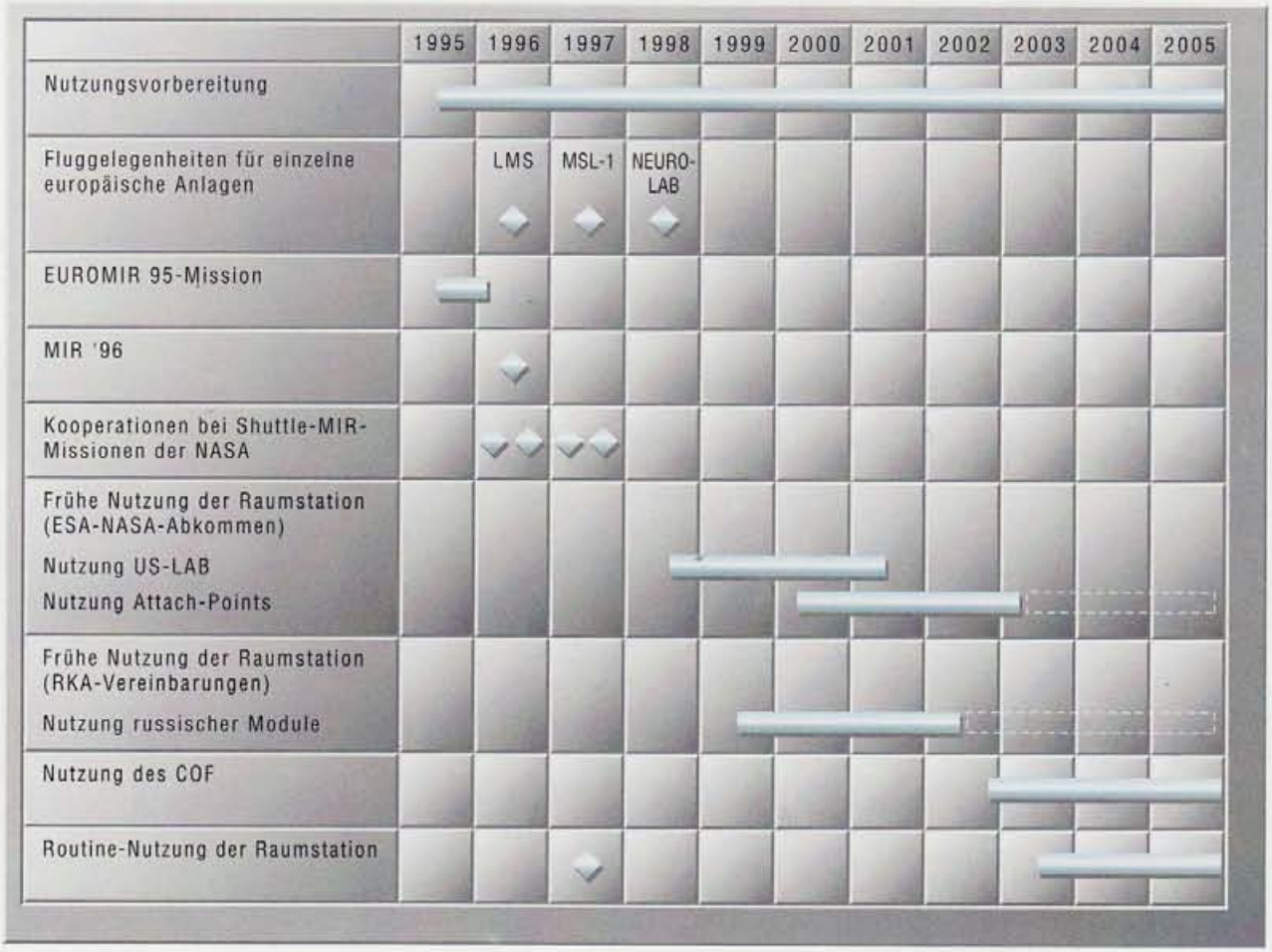
SPACELAB
D-1
D-2
MIR '92
EUROMIR 94/95
IML-1
IML-2

Die Internationale Raumstation gehört zu den herausragenden wissenschaftlich-technischen Projekten an der Schwelle zum dritten Jahrtausend. Wissenschaftler, Ingenieure und Raumfahrtexperten aus 14 Nationen sind direkt an der Planung, dem Bau und dem Betrieb dieser einmaligen Forschungseinrichtung im Weltraum beteiligt. Sie alle arbeiten an dem Ziel, der erdgebundenen Forschung im Weltraum optimale Arbeitsbedingungen zu verschaffen. Damit wird die Raumstation für die Forschung auf der Erde zu einer „Außenstelle im All".

Der Aufbau des ständig bemannten und einsatzbereiten Vielzwecklabors im All ist für alle beteiligten Nationen eine Investition in die Zukunft. Wenn in sieben Jahren die ersten Experimente im europäischen Forschungsmodul COF (Columbus Orbital Facility) durchgeführt werden, wird auch für Deutschland die Option auf eine „Revolution des Wissens" gesichert sein. Aus der Sicht der angewandten Wissenschaft und der Wirtschaft steht fest, daß wer das Weltraumlabor und insbesondere das „Werkzeug" Schwerelosigkeit für seine Arbeit nutzen kann, sich im internationalen Wettbewerb der Spitzentechnologien besser behaupten können wird. Da über die Hälfte aller je in der Schwerelosigkeit durchgeführten Experimente in den vergangenen drei Jahren stattgefunden haben, kann erst heute das zukünftige Potential für Forschungen unter Weltraumbedingungen klar umrissen werden.

Die Nutzungsmöglichkeiten der Internationalen Raumstation sind durch das gemeinsame Engagement aller beteiligten Nationen vielseitig und komplex. In sechs Modulen und auf zwei externen Trägerstrukturen werden Forschungsarbeiten in vielen wissenschaftlichen Disziplinen durchgeführt werden können. Neben der Erderkundung und der Erforschung des Weltalls steht vor allem die Forschung unter Weltraumbedingungen – u.a. in den Bio- und Materialwissenschaften sowie der Medizin und Fluidphysik – im Zentrum der Nutzung.

Der Zeitplan und die Ausbauphasen der Internationalen Raumstation von 1995-2005



Für Europa und Deutschland ist die Teilnahme an der Internationalen Raumstation ein konsequenter Schritt auf dem Weg zur Sicherung der Zukunftsmärkte. Europa wird nun gemeinsam mit den Industrienationen USA, Kanada, Rußland und Japan den Bau der Raumstation realisieren und ab 2002 für mindestens 10 Jahre intensiv nutzen. Als eine Staatengemeinschaft, die ihren Wohlstand und ihre soziale Stabilität dem hohen Niveau ihrer wissenschaftlichen Aktivitäten und der Qualität ihrer industriellen Produkte verdankt, werden Europa und entsprechend auch Deutschland an einem der größten globalen Forschungs- und Technologievorhaben teilhaben, von dem wichtige Impulse für unsere Zukunft zu erwarten sind.

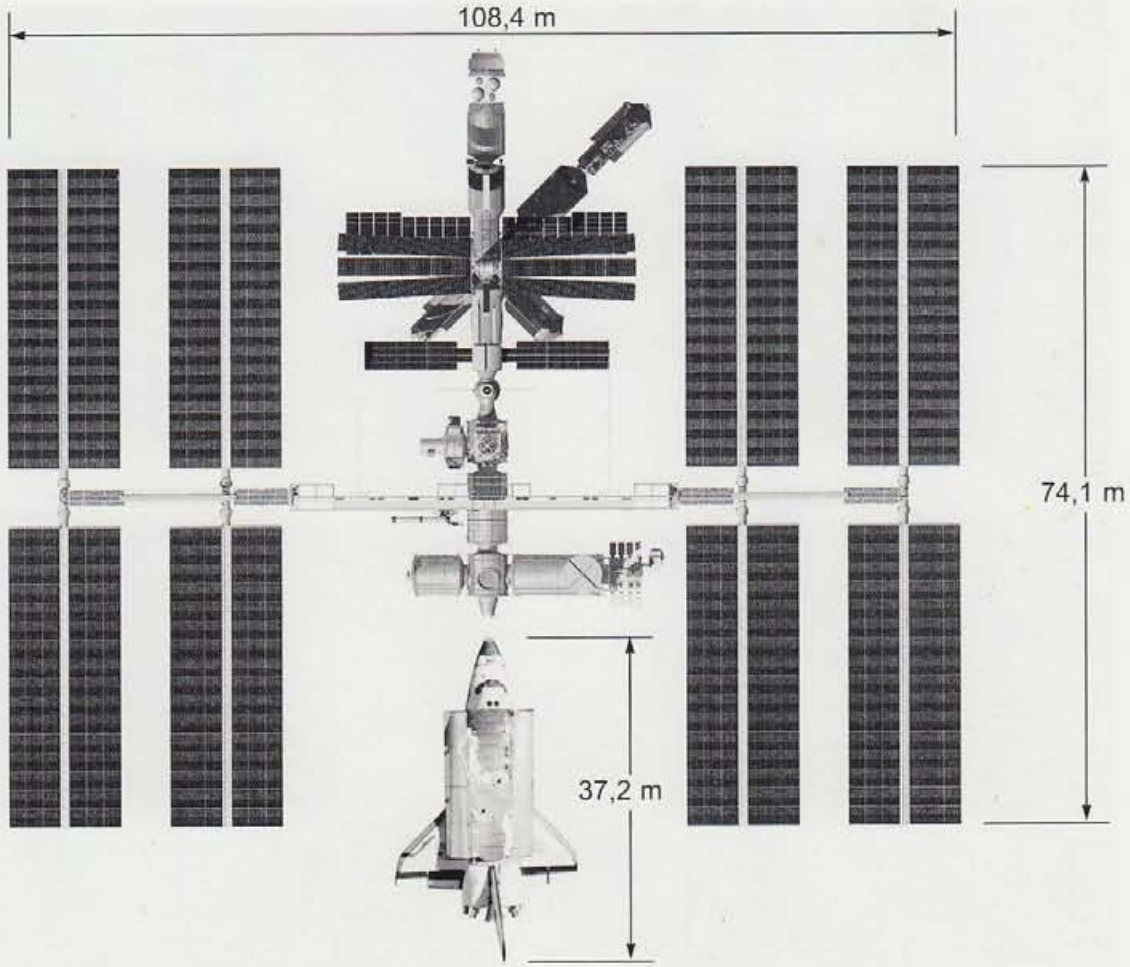
Die folgenden fünf Kapitel geben zunächst einen Überblick über die aktuellen Raumfahrtaktivitäten in den unterschiedlichen Bereichen der Querschnittstechnologie Raumfahrt, so wie sie sich im Vorfeld einer Nutzung der Internationalen Raumstation darstellen. Am Ende eines jeden Kapitels werden schließlich die jeweiligen Zukunftspotentiale der verschiedenen Forschungsbereiche skizziert, die mit der Nutzung der Raumstation neue Impulse für die Forschung und Entwicklung in Wissenschaft und Technologie erhalten.

Eine Übersicht über die verfügbaren Laborschränke (Racks) der beteiligten Partner zeigt, daß für Forschungszwecke und Technologieentwicklungen in der ISS ein breites Spektrum an Arbeitsmöglichkeiten zur Verfügung stehen wird.

Ort (Forschungsmodul)		Laborschränke
USA:	US-Lab	13
Japan:	JEM (Japanese Exeperiment Module)	10
Europa:	COF (Columbus Orbital Facility)	10
Rußland:	Russian Research Modules (3)	nicht standardisiert
Total		**33**

ISS – eine Option auf die Zukunft

Auf der ESA-Ministerratskonferenz im Oktober 1995 in Toulouse wurden Vereinbarungen getroffen, die die Entwicklung der deutschen und europäischen Raumfahrt nachhaltig prägen. Durch die Entscheidung der Minister der 14 ESA-Mitgliedstaaten für eine europäische Beteiligung an der Internationalen Raumstation in Form des Labormoduls COF, des Versorgungsfahrzeuges ATV und einer Definitionsstudie für ein Mannschaftstransportfahrzeug CTV wurde die Einbindung Europas in das bedeutendste Projekt der internationalen Raumfahrtkooperation perfekt. Die Ministerkonferenz beschloß, daß sich Europa bis zum Jahr 2000 mit 1,4 Milliarden Rechnungseinheiten (ECU) für Entwicklung und Bau der europäischen Elemente an ISS beteiligen wird. Mit einem Anteil von 41 % ist Deutschland, gefolgt von Frankreich und Italien, dabei größter Beitragszahler. Weiterhin beschlossen die Minister, die ARIANE-5, die für Versorgungsflüge zur Raumstation vorgesehen ist, durch spezielle Programme weiterzuentwickeln und damit den kommerziellen Erfolg der europäischen Trägerrakete auch für die Zukunft zu sichern.



ISS – Fakten

Konfiguration von ISS:	**Druckbeaufschlagte Forschungs-(6) und Servicemodule (3), externe Nutzlastpaletten (2) und Solarzellen-Generatoren (4)**
Volumen / Gewicht:	**1.140 m^3 (Module) / 415 t**
Bahnhöhe:	**350 - 450 km**
Inklination der Bahn:	**51,6°**
Bahngeschwindigkeit:	**7,633 km/s**
Umlaufzeit:	**93,85 min**
Versorgungsflüge:	**4 pro Jahr (Besatzungs- und Instrumententransport, Wartung)**
Lebensdauer:	**10 Jahre nach Aufbauende**

Internationale Raumstation

Erde
Atmosphäre
Weltall

ISS: Beiträge zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen





Die Beobachtung unserer Erde aus dem All

Die Natur hat viele Gesichter: fruchtbare Böden, weitläufige Steppen, alpine Gebirgsregionen, Wüsten und Ozeane. Aber es gibt auch Narben in der Natur: der Raubbau am Regenwald, die Überdüngung der Ackerflächen, die grenzenlose Ausbeutung von Bodenschätzen oder die Verschmutzung und Überfischung der Meere. Weltraumgestützte Erderkundungssysteme sind unentbehrliche Instrumente, um die vielen Facetten der Erdoberfläche genau erkunden und Veränderungen registrieren zu können.

RESSOURCENSCHUTZ

ROHSTOFFEXPLORATION

Wo erdgestützte Meßverfahren oder Flugbilder nicht mehr ausreichen, um großräumige Strukturen zu erkunden, helfen die unterschiedlichen Sensoren an Bord von Satelliten weiter, z.B. Radar- oder Infrarotsensoren.

ERNTEPROGNOSEN

VEGETATIONSANALYSE

Sie tasten die Erdoberfläche ab und liefern Daten, die u.a. die Arbeit von Geologen, Geographen, Ernährungsforschern oder Biologen unterstützen.

Die weltraumgestützte Erdbeobachtung arbeitet mit unterschiedlichen Beobachtungssystemen, z.B. dem optischen Scanner MOMS, der auf der D-2 Mission eingesetzt wurde. Er verfügt über fünf verschiedene Kanäle

KARTOGRAPHIE

und kann mit einer Auflösung von bis zu 4,5 x 4,5 m exakte dreidimensionale topographische Karten erstellen

TOPOGRAPHIE

und somit viele „weiße Flecke" auf der Weltkarte ausfüllen. Radargestützte Beobachtungssysteme – etwa die

UMWELTBEOBACHTUNG

europäischen Erderkundungssatelliten ERS-1 und ERS-2 – haben zu einem Qualitätssprung in der Erdbeob-

REGENWALDFORSCHUNG

achtung geführt. Unabhängig von der Tageszeit und von der jeweiligen Wolkenbedeckung ist eine kontinuierliche Beobachtung der Erdoberfläche möglich. Das zukünftige Anwendungspotential radargestützter Erdbeobachtung wurde schließlich eindrucksvoll durch das Multifrequenzradar SIR-C/X-SAR dokumentiert, das während zweier Meßkampagnen als „Radarlaboratorium" in der Ladebucht des Space Shuttle installiert war.



Auf den Trägerstrukturen der Internationalen Raumstation – hier in einer frühen Ausbauphase – können Instrumente zur Erdbeobachtung angebracht werden.

Spürnasen auf der Suche nach Spurengasen

Die schützende Hülle unserer Atmosphäre hat „Löcher". Das bekannteste Phänomen ist das sogenannte „Ozonloch", die Ausdünnung der Ozonschicht in der südlichen und inzwischen auch in der nördlichen Hemisphäre. Die Wechselwirkungen der in der Atmosphäre vorhandenen Spurengase und Stoffe sind entscheidend für die Schutzwirkung der unterschiedlichen Schichten der Atmosphäre. Die Zusammensetzung der Atmosphäre entscheidet auch über die Dynamik großräumiger Strukturen, z.B. über Luftdruck und weitere Komponenten, die unmittelbar unser Wetter bestimmen. Meßinstrumente im All ermöglichen eine sehr genaue und „lupenreine" Analyse der Ingredienzen unserer Atmosphäre. Das deutsche Instrument CRISTA-SPAS konnte 1994 während einer zweiwöchigen Meßkampagne mit dem Space Shuttle die Basis für eine globale Ozonkarte liefern. Mit dem Instrument GOME an Bord des neuesten europäischen Erdbeobachtungssatelliten ERS-2 wird die Ozonkartierung weitergeführt. Die Satelliten der METEOSAT-Reihe schließlich sind echte Spezialisten in der Beobachtung der atmosphärischen Vorgänge und liefern seit Jahren Alltägliches von höchstem Wert: den Wetterbericht.

OZONKARTIERUNG
SPURENGASE
WETTERBERICHT
WINDMESSUNGEN
NIEDERSCHLAG





Bodenbeschaffenheit, Wassergehalt der Atmosphäre und Ressourcenexploration sind Beispiele aus der weltraumgestützten Erderkundung.



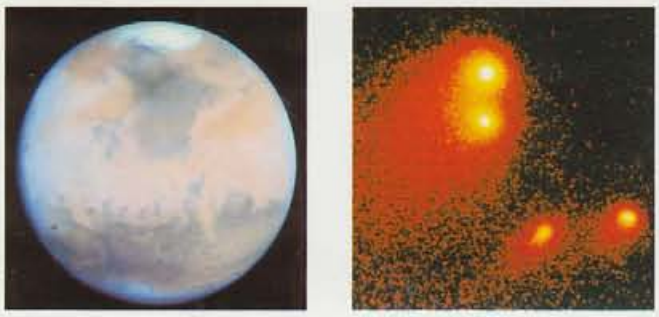
ISS – Beobachtungsstation im Orbit

Die Raumstation fliegt deutlich niedriger als Erderkundungssatelliten und bietet daher die Möglichkeit einer höheren räumlichen Auflösung der Erdoberfläche. Die günstige Orbitalbahn erlaubt auch durch unterschiedliche Blickwinkel komplementäre Beobachtungen zu Plattformen auf polaren Umlaufbahnen. Durch eine relativ leichte Austauschbarkeit von Instrumenten kann die Raumstation unter anderem als Prüfstand für komplexe Fernerkundungsinstrumente eingesetzt werden, bevor diese auf operationellen Satelliten zum Einsatz kommen. Unter diesen Aspekten wird sich die Erderkundung von der Raumstation aus hauptsächlich auf folgende Arbeitsfelder konzentrieren: Untersuchungen zur Dynamik der Atmosphäre; Wind, Wolkendecken, Niederschlagsprozesse; Atmosphärenchemie, Aerosole, Überwachung von Vegetationsgebieten, biologischen Zyklen, Umweltverschmutzung und vor-operationelle Erprobung von neuen Instrumenten-Technologien.

Der gestirnte Himmel über mir...

Von einem unverstellten Blick in die unendliche Weite des Weltalls haben schon die Ägypter geträumt und auch zwischen dem Fernrohr Galileis und den Himmelskörpern zog sich der Schleier der Atmosphäre. Mit dem Problem der atmosphärischen „Sehstörungen" haben auch die hochmodernen Observatorien auf den hohen Bergen zu kämpfen. Eine ungehinderte Sicht ermöglichten erst die weltraumgestützten Beobachtungsinstrumente und Raumsonden. Die Erkenntnisse um das Werden und Vergehen von Sternen, um die Zusammensetzung des „Nichts" im Kosmos oder über den Urknall sind durch Missionen wie das HUBBLE SPACE TELESCOPE oder ROSAT revolutioniert worden. So hat das Weltraumteleskop HUBBLE in den letzten beiden Jahren unser bisheriges Wissen über Ursprung und Struktur des Weltalls durch einzigartige Aufnahmen erschüttert. Andere weltraumgestützte Instrumente durchmustern das All nach den unterschiedlichsten Strahlenquellen im Bereich der Röntgen-, Ultraviolett-, Infrarot- oder Gammastrahlen und dringen weit in fremde Galaxien vor. Das deutsche Instrument ORFEUS-SPAS konnte während einer zweiwöchigen Mission in der Erdumlaufbahn die Tiefen des Sternenhimmels erforschen und Daten bisher nicht gekannter Qualität liefern. Missionen wie GALILEO oder CASSINI werden neues, bislang nicht zugängliches Wissen über unser Planetensystem erschließen.

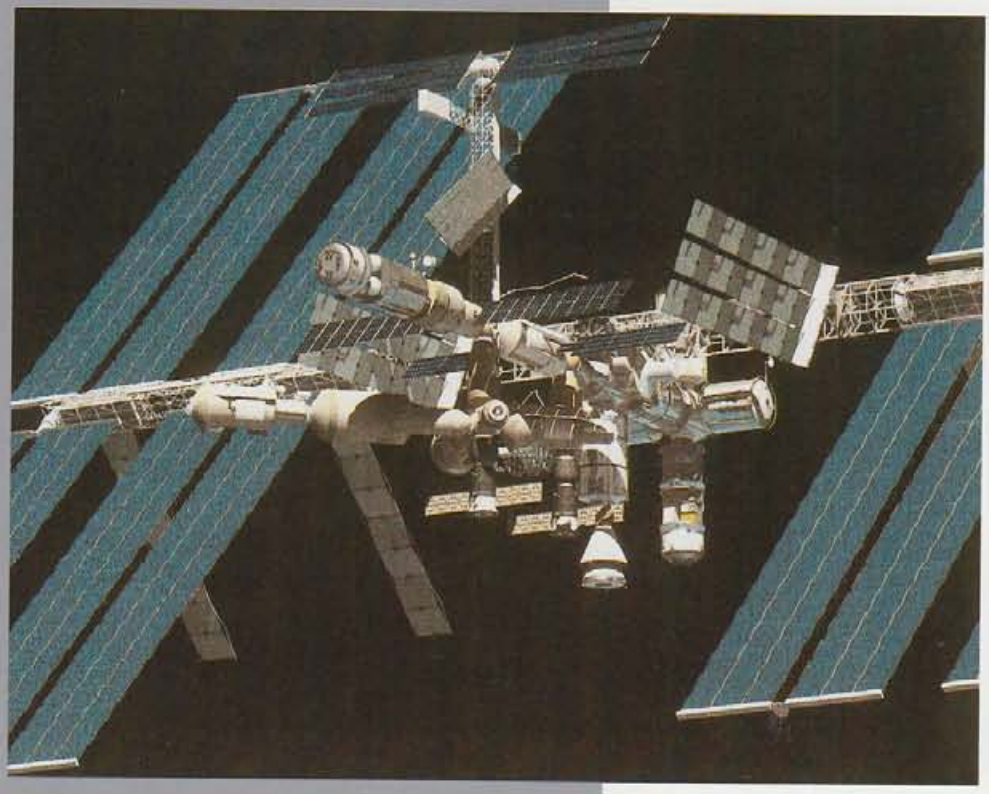
Das Weltbild der Menschen wurde und wird stark beeinflußt von den jeweiligen Wahrnehmungsmöglichkeiten des kosmischen Geschehens. Auch in Zukunft werden neue und leistungsfähige, raumgestützte Instrumente mit ihren Forschungsergebnissen zu neuen „Sichtweisen" und Interpretationen des Universums und nicht zuletzt auch unseres Heimatplaneten Erde führen.



Im Weltraum stationierte Beobachtungsinstrumente liefern Erkenntnisse über das Planetensystem und über die Beschaffenheit kosmischer Materie

ISS – Zwischenstation auf dem Weg ins All

Für die Astronomie – und hier besonders die Sonnen- und Planetenforschung – werden direkte Forschungsmöglichkeiten auf den Trägerstrukturen der Raumstation geschaffen werden. Neben der Unterbringung von Geräten mit großen Abmessungen sind vor allem die regelmäßige Wartungsmöglichkeit und der Austausch von Instrumenten von großem Vorteil. Die installierten Beobachtungsgeräte decken ein breites Forschungsspektrum ab. So ist z.B. die Erforschung der kosmischen Strahlung und der Röntgen-, UV- oder Gammastrahlen von der Raumstation aus möglich. Die Analyse kosmischen Staubes liefert wichtige Aufschlüsse über die Entwicklungsgeschichte unseres Planetensystems und des Universums. Die entsprechenden astronomischen Instrumente auf der Raumstation ermöglichen erstmals langfristige Analysen und Probenahmen mit ausreichend großen Kollektoren. Die Grundlagenphysik – z.B. hochgenaue Atomuhren – und die Sonnenphysik ergänzen die extraterrestrische Forschung.



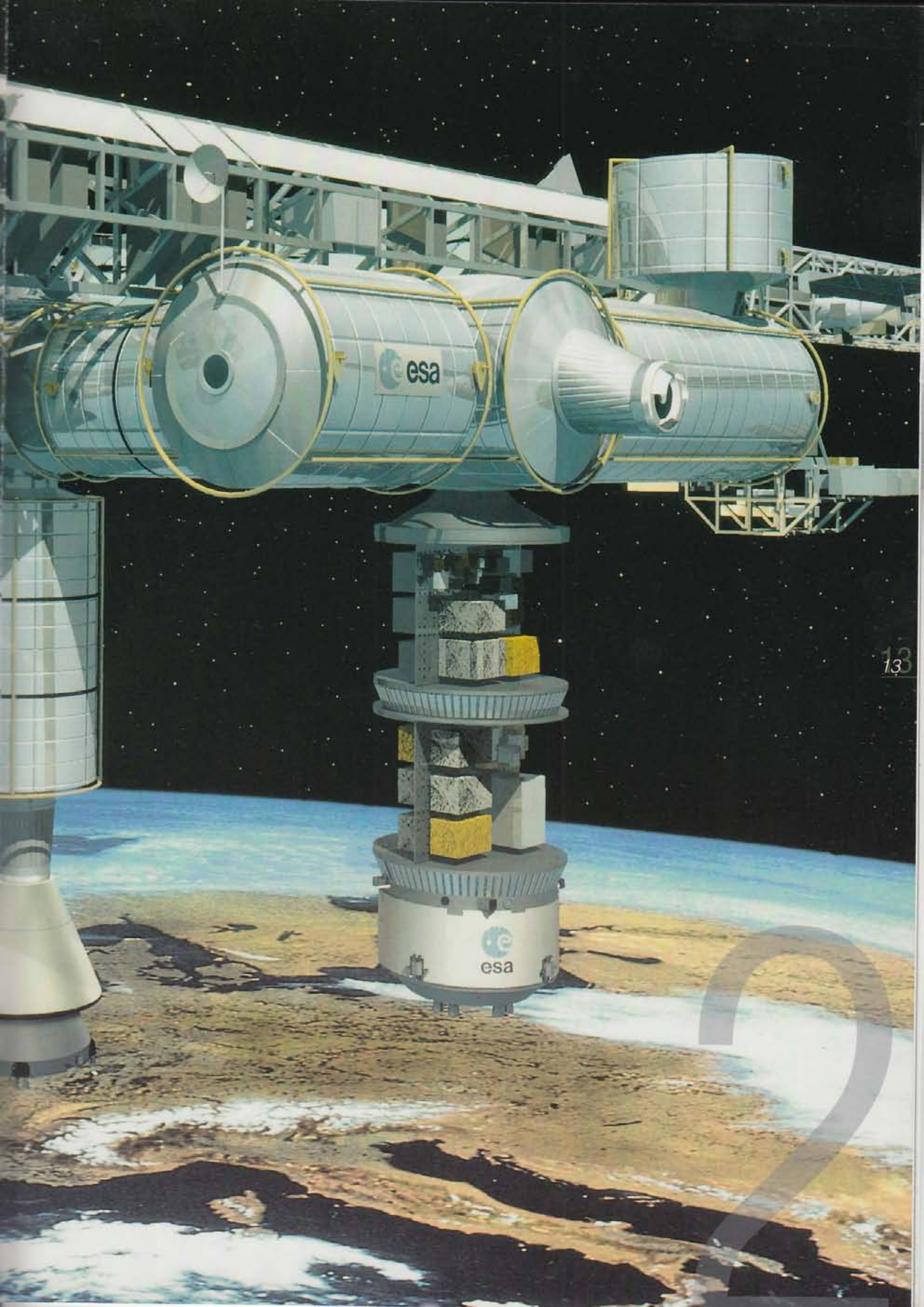
Die Internationale Raumstation wird für die Astronomie und für die Sonnen- und Planetenforschung neue Arbeitsmöglichkeiten bereitstellen.

Internationale Raumstation

ISS: Beiträge zur Sicherung der gesellschaftlichen Lebensgrundlagen

Gesundheit
Technologie
Wissenschaft
Wirtschaft

Boden-
infrastruktur


esa
esa

Strahlende Gefahr

Die schädliche UV-Strahlung der Sonne und die kosmische Strahlung aus dem Weltraum werden durch die Atmosphäre der Erde so stark gemindert, daß das Leben auf der Erde nicht gefährdet ist. Messungen der Auswirkung harter UV- und kosmischer Strahlung auf lebende Organismen, die außerhalb der Atmosphäre im Weltraum durchgeführt werden, belegen diese wichtige Schutzfunktion der Atmosphäre und lassen die Risiken erkennen, die in einer Veränderung der Atmosphäre, insbesondere im Hinblick auf die UV-absorbierende Ozonschicht, liegen. Darüber hinaus bilden diese Untersuchungen die Grundlagen für Meßmethoden und Strahlenschutzvorkehrungen auf der Erde sowie in hochfliegenden Flugzeugen und in der bemannten Raumfahrt.

UV-STRAHLUNG
KOSMISCHE STRAHLUNG
BIOFILM





Die medizinische, biologische und humanphysiologische Forschung nutzt die Möglichkeiten, unter Weltraumbedingungen das Wissen zu vervollständigen.

Vorbeugen ist besser als heilen

ÖDEME
GRÜNER STAR
HERZINFARKT
BETTLÄGERIGKEIT

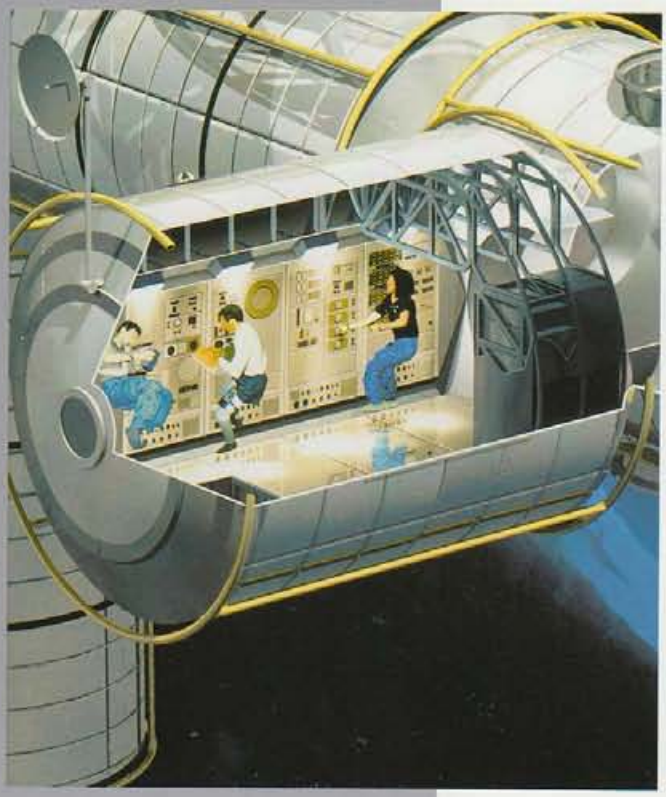
Da der Aufenthalt im Weltraum vor allem durch die dort herrschende Schwerelosigkeit für den Menschen besondere Anpassungs- und Umstellungsreaktionen auslöst, können viele Körperfunktionen hier sehr gut untersucht werden. Die Erkenntnisse aus diesen Forschungen erlangen für die Entwicklung von Diagnose- und Therapiemaßnahmen sowie für die vorbeugende Medizin auf der Erde eine große Bedeutung.
Die Anpassungsreaktionen betreffen vornehmlich das Herz-Kreislauf-System des Menschen, sein Knochen- und Muskelsystem sowie sein Gleichgewichtssystem. Der Weltraum bewirkt eine Art „extreme Bettlägerigkeit"; er ermöglicht beispielsweise, Ursachen der Ödembildung zu erforschen, die Volkskrankheit Osteoporose zu untersuchen und Gegenmaßnahmen zu entwickeln sowie schonende Trainingsprogramme für Patienten mit schweren Herz-Kreislauf-Problemen zu erstellen.

Der durch Bluthochdruck ausgelöste Grüne Star, der 2 % der Menschen bedroht, kann durch ein für den Weltraumeinsatz entwickeltes Gerät jetzt mit einfacher Selbstdiagnose frühzeitig erkannt und damit vom Arzt rechtzeitig behandelt werden. Das Gerät befindet sich bereits in vorklinischer Prüfung.
Forschung unter Weltraumbedingungen befaßt sich auch mit der Kristallisation bestimmter Eiweißsubstanzen. Kristalle von ausreichender Größe und Reinheit – Voraussetzungen für eine erfolgreiche Aufklärung ihrer Struktur mittels Röntgenstrukturanalyse und damit letztendlich auch für die Entwicklung „maßgeschneiderter" Medikamente – sind oft nur unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit erreichbar.

Humanphysiologie

Trotz intensiver Forschungstätigkeit hat das Wissen um die Physiologie des menschlichen Körpers und anderer Systeme noch viele Lücken. Erkenntnisse, die als sicher geglaubt wurden und sogar mit dem Nobelpreis ausgezeichnet worden sind, konnten durch Versuche im Weltraum in wichtigen Punkten fortgeschrieben werden. So erschien eine Arbeit des ungarischen Nobelpreisträgers Barany, der eine Theorie über die Funktionsweise des im Innenohr lokalisierten Gleichgewichtssinnes aufgestellt hatte, in völlig neuem Licht. Ergebnisse der Grundlagenforschung wie diese schaffen letztlich erst die Voraussetzungen für die Diagnose und Therapie von Krankheiten der Raumwahrnehmung, Gehirnfunktionen und Sinnesorgane.

VESTIBULARPHYSIOLOGIE
GLEICHGEWICHTSSINN
GEHIRN



Als klinisches Labor erfüllt die Internationale Raumstation wichtige Voraussetzungen, um die Arbeiten in den irdischen Forschungseinrichtungen zu ergänzen.

ISS – Das klinische Labor in der Umlaufbahn

Mit der Internationalen Raumstation wird ein ständig besetztes Diagnosezentrum in der Schwerelosigkeit Realität. Die medizinische, biologische und allgemein humanphysiologische Forschung erhält damit ein unersetzbares Labor, das für die Gesundheitsvorsorge auf der Erde richtungsweisende Impulse liefern wird und die Forschungsarbeit der Mediziner, Biologen und Humanphysiologen intensiv unterstützt. Der Mensch steht hier ganz im Mittelpunkt der Forschungsarbeit. Eine effiziente Zusammenarbeit mit den Experten auf der Erde wird durch eine ständige Besatzung und dem regelmäßigen Austausch von Proben und Daten gewährleistet.

Das einzigartige Labor im All

Faserverbundwerkstoffe haben wichtige Impulse aus der Raumfahrt erhalten, die sehr feste und extrem leichte Materialien einsetzen muß. Bei der Konstruktion großer Strukturen im Weltraum kommt es z.B. auf eine optimale Schwingungsdämpfung an. Die besonderen Anforderungen an Werkstoffe und Bauweisen für den Weltraumeinsatz bieten auf der Erde neue Anwendungsfelder, u.a. in der Flugzeugindustrie beim Bau des Seitenleitwerks des Airbus oder im Bereich der Meerestechnik. Wo Werkstoffe durch veränderte Betriebsbedingungen neuen Belastungen ausgesetzt sind, müssen geeignete Lösungen gefunden werden. Hier wie in vielen anderen Technologiebereichen dient das Weltraumlabor als einmaliges Testbett.

NEUE WERKSTOFFE
FASERVERBUNDWERKSTOFFE
KOMPLEXE TECHNISCHE SYSTEME
TESTBETT
ROBOTIK

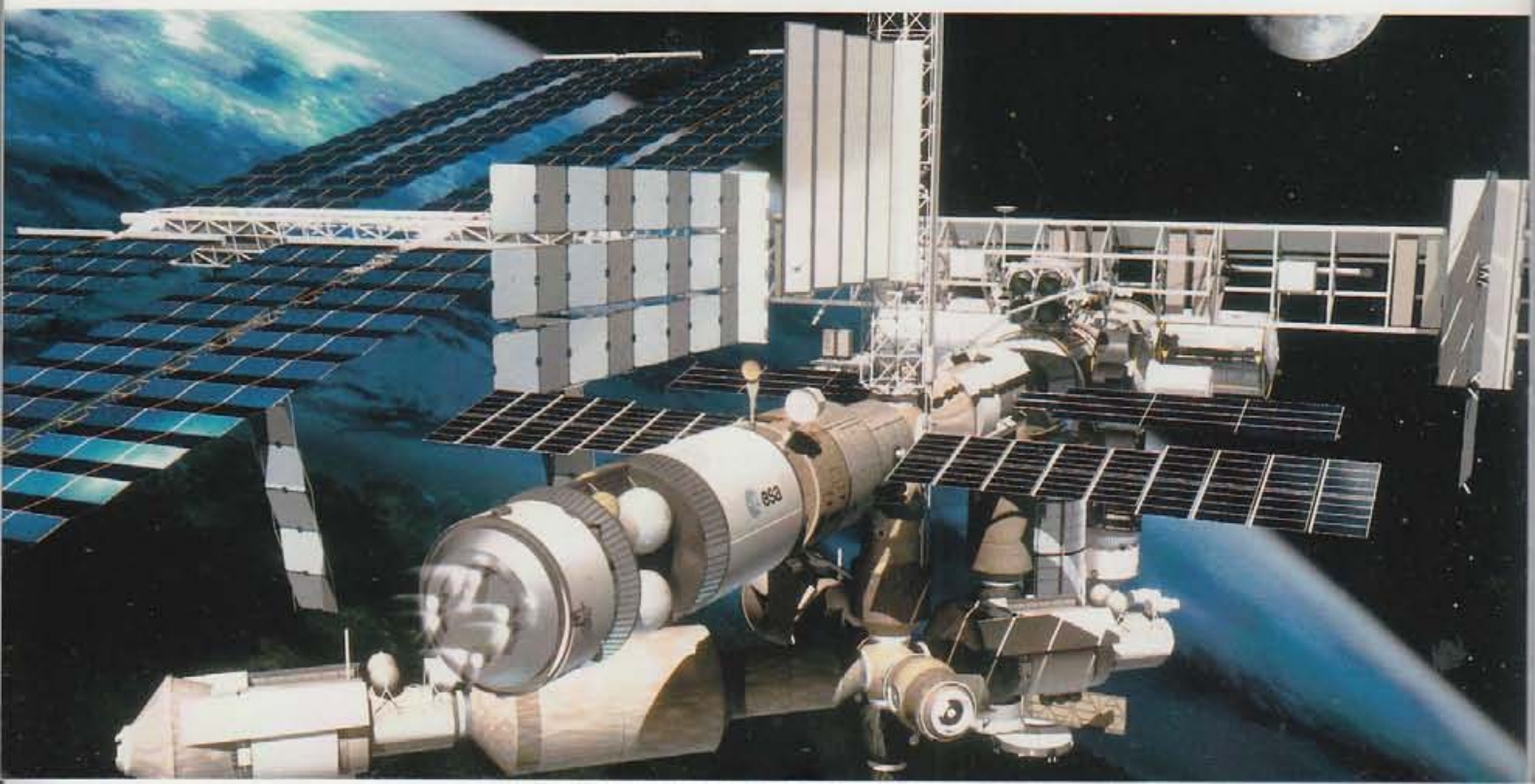
Der Einsatz neuer Technologien unter Weltraumbedingungen hat im Bereich der Robotersysteme zu bahnbrechenden Entwicklungen geführt. Der Roboter ROTEX hat auf der D-2 Mission bewiesen, daß selbst komplizierte Aufgaben durch Fernsteuerung vom Boden aus bewältigt werden konnten. Trotz der Signallaufzeit von mehreren Sekunden wird durch die vorausschauende virtuelle Realität eine exakte Durchführung von Experimenten und Wartungsaufgaben möglich.

Raumfahrttechnologie konnte die Energieausbeute von Solaranlagen deutlich verbessern (rechts).

Neue Legierungen können unter Schwerelosigkeit nach der Schmelze ohne störende Einflüsse erstarren (ganz rechts).







Werkstoffe, Fluidphysik und pysikalische Chemie

Neuartige Verfahren zur Herstellung von Gleitlagern, die durch Experimente im Weltall möglich wurden, werden den Anforderungen der zukünftigen Verkehrsbedingungen besser gewachsen sein als die z.Zt. eingesetzten Materialien. Metalle mit „Gedächtnis", die sich unter bestimmten Umgebungsbedingungen an ihre „eigentliche" Form erinnern und wieder zur ursprünglichen Form zurückkehren, wurden in der Raumfahrt entwickelt und werden heute bereits im klinischen Bereich zur Heilung von Knochenfrakturen eingesetzt. Das unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit erforschte Verhalten von Materialien bei der Erstarrung aufgeschmolzener Legierungen hat inzwischen die Konstruktion von Aluminiumrahmen im Automobilbau bahnbrechend vorangetrieben. Neben diesen Beispielen gibt es weitere Anwendungen, die dank der Forschungen unter Weltraumbedingungen neuen Technologien den Weg bereiten. Das Halbleiterkristall Galliumarsenid z.B. spielt eine zunehmend wichtige Rolle in elektronischen Geräten. Dieser besondere Kristall muß in bestimmten Größen vorhanden sein, damit er industriell eingesetzt werden kann. Die Züchtung von Kristallen unter Schwerelosigkeit hat neue Größenordnungen ermöglicht und somit die Analyse und letztlich die Möglichkeit der Beseitigung von Defekten in den Kristallen auf der Erde wesentlich verbessert.

GLEITLAGER
WERKSTOFFE MIT „GEDÄCHTNIS"
LEGIERUNGEN
GALLIUMARSENID

Die Anforderung an eine effiziente, autarke und langfristige Energieversorgung von Raumflugkörpern hat bereits in der Vergangenheit wertvolle Impulse für die Entwicklung von Solar- bzw. Photovoltaikanlagen ausgelöst. Die von der Sonne bezogene Energie ist inzwischen auch auf der Erde auf dem Vormarsch. Die enormen Anforderungen an komplexe Raumstrukturen wie der Internationalen Raumstation zwingen die Techniker aber auch zur Nutzung neuartiger Energiequellen.

PHOTOVOLTAIK
SOLARDYNAMISCHE SYSTEME
BRENNSTOFFZELLEN
BATTERIEN

ISS: Die Wissenschaft als Tor zur Zukunft

Die Laboranlagen an Bord der Internationalen Raumstation stehen u.a. den Werkstoff- und Materialwissenschaftlern zur Verfügung für Experimente mit neuen metallischen Legierungen, für Kristallzüchtungsexperimente, die behälterfreie Handhabung von Schmelzen sowie für die Untersuchung der thermophysikalischen Eigenschaften von Gasen und Flüssigkeiten. Anders als die unter großem Zeitdruck stehenden Kurzzeitmissionen mit dem Spacelab oder mit Höhenforschungsraketen werden in diesen Forschungsbereichen Langzeitversuche zu neuen Ergebnissen führen.

Die Energieversorgung einer Raumstation, deren Labor- und Aufenthaltsräume dem „umbauten" Raum von zwei Jumbo-Jets entspricht, ist eine große Herausforderung für die Techniker und Ingenieure. Die Energieleistung der Raumstation beträgt während der Betriebsphase immerhin 110 kW. Zur Bewältigung dieser Aufgabe wird vor allem an der Erhöhung des Wirkungsgrades der photovoltaischen Solargeneratoren gearbeitet.

Im Fokus der Wirtschaft

Die Internationale Raumstation ist nicht nur ein außerordentlich nützliches Labor für Forschung und Entwicklung im engeren Sinne. Selbstverständlich werden auch wichtige und derzeit nur in diesem Zusammenhang erzielbare technologische und verfahrensmäßige Fortschritte initiiert. Sie sind für nahezu alle Bereiche industrieller Produktion außerhalb der Raumfahrt von erheblicher Bedeutung. Diese Transfers werden aktiv von den Raumfahrtagenturen unterstützt. Darüber hinaus werden die nationalen Raumfahrtagenturen denjenigen Unternehmen, die die damit verbundenen Chancen nutzen wollen, direkte Zugangsmöglichkeiten zur Raumstation ermöglichen. Damit können die speziellen Möglichkeiten der Raumstation unmittelbar für firmeneigene, geschützte Untersuchungen und Produktentwicklungen im kommerziellen Interesse der Wirtschaft genutzt werden.

In wirtschaftlicher Hinsicht wird die Raumstation jedermann die weitgefächerte Leistungskraft der Herstellerindustrie demonstrieren. Sie wird das sichtbare Produkt technischer Spitzenleistungen und höchster Qualitätsanforderungen bei Einhaltung eng abgestimmter Zeit- und Kostenpläne sein. Zu ihrer Realisierung werden neue, internationale Standards entwickelt und umgesetzt. Das Projekt ist nur machbar in einer Kooperation internationaler Arbeitsgemeinschaften zwischen Unternehmen unterschiedlicher Größe und Fachkompetenz. Sehr komplexe Systeme mit teilweise völlig neuen Anforderungen technisch und organisatorisch erfolgreich in einem festgesteckten Rahmen verwirklichen zu können, das sind die Fähigkeiten, die zukünftig in einem globalen Markt die Wettbewerbskraft von Unternehmen maßgeblich bestimmen werden.

Solche Herausforderungen an die Leistungskraft und an die Partnerschaftsfähigkeit der Unternehmen sind notwendige Voraussetzungen dafür, daß in den wichtigen High-tech-Branchen der Zukunft die bewährte Unternehmensstruktur von kleinen, mittleren und großen Unternehmen fortgesetzt werden kann. Am Projekt Raumstation werden unternehmerische Partnerschaften unter sehr harten Bedingungen trainiert und erprobt. Internationale Partnerschaften von Firmen unterschiedlichster Größe und Herkunft sind ein prägendes Element für ein wirtschaftsstrukturelles Erfolgskonzept der Zukunft, das den europäischen Traditionen und Interessen besonders nahe steht.

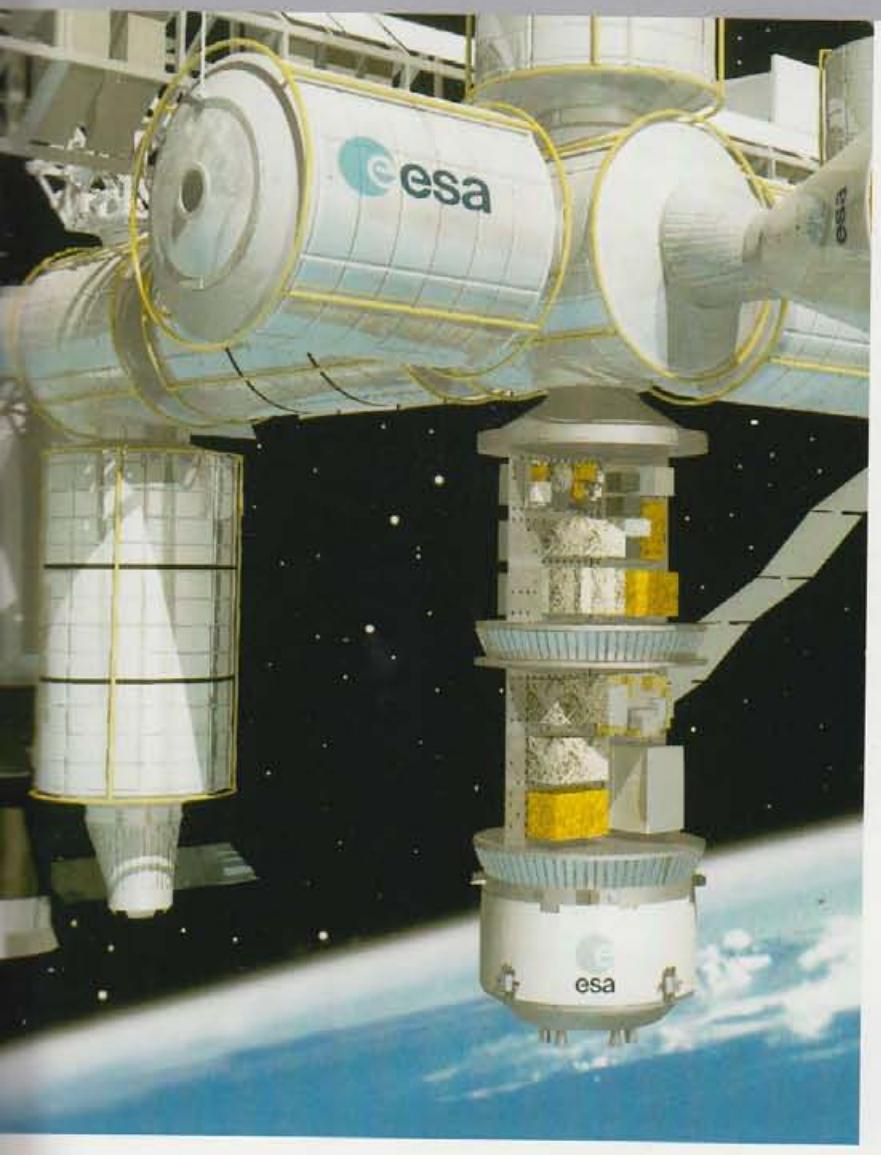




Die Querschnittstechnologie Raumfahrt eröffnet für Unternehmen und Märkte neue Chancen und sichert die Zukunftsfähigkeit der Wirtschaft.

ISS: Ein Schlüssel zu den Schlüsseltechnologien

Die internationale Kooperation der an der Internationalen Raumstation beteiligten Unternehmen wird auf die deutschen Partner in der Industrie und auf die kleinen und mittleren Unternehmen ausstrahlen. Das Know-how und der hohe Standard deutscher und europäischer Raumfahrtforschung und -technologie werden damit auch weiterhin ein Motor sein für Entwicklungen von Spitzentechnologien mit einem hohen Zukunftspotential. Die Internationale Raumstation ist für die Wirtschaft ein wichtiger Schlüssel für einen ungehinderten und schließlich erfolgreichen Weg in die Zukunft.



Von einer europäischen Beteiligung an der Internationalen Raumstation werden auch Impulse für anwendungsorientierte Entwicklungen in der Wirtschaft ausgehen. (In der oberen Bildhälfte ist das europäische Labormodul COF abgebildet.)

ISS: So leistungsfähig wie die Bodeninfrastruktur

Der Aufbau und der Betrieb der Raumstation und ihrer experimentellen Nutzlasten stützt sich auf eine Bodeninfrastruktur, die alle Phasen von der Entwicklung, dem Bäu über den eigentlichen Missionsbetrieb inklusive Wartung und Instandsetzung der Systeme bis hin zur Rückführung von Experimenten, Proben und Flugelementen abdeckt.

Gemäß der Aufgabenverteilung in dem in Toulouse beschlossenen Raumstationsprogramm sind die – im wesentlichen industriellen – Anlagen für Entwicklung, Integration, Test und logistische Unterstützung primär in Italien, Frankreich und – insbesondere für das COLUMBUS-Labormodul – in Deutschland angesiedelt.
Der europäischen Trägerrakete ARIANE kommt im Raumstationsszenario für Transportaufgaben und die Versorgung der Station eine hohe Bedeutung zu. Die ARIANE-Startanlagen und die Infrastruktur für die Startvorbereitung ihrer Nutzlasten befinden sich in Kourou (Franz. Guayana).
In Deutschland existieren zwei Raumfahrtkontrollzentren: das ESA-Zentrum ESOC in Darmstadt und das deutsche GSOC in Oberpfaffenhofen bei München. Im Rahmen des ISS-Szenarios ist vorgesehen, daß das GSOC den Betrieb des Labormoduls COF und seiner Nutzlasten steuert und kontrolliert. Der Betrieb des ATV wird dem Kontrollzentrum der CNES in Toulouse übertragen.

Das „European Astronaut Center" (EAC) der ESA, das auf dem Gelände der DLR in Köln-Porz angesiedelt ist, übernimmt in enger Zusammenarbeit mit dem deutschen Crew-Tainings-Zentrum die Ausbildung, das Basistraining und die Betreuung der europäischen Astronauten. Die in unmittelbarer Nähe befindlichen DLR-Einrichtungen, wie z.B. das Institut für Flugmedizin, ergänzen das Ausbildungsprogramm.
Für die Unterstützung von Experimentatoren ist das MUSC (Microgravity User Support Centre) der DLR in Köln-Porz eine wichtige Adresse. Während einer Weltraummission stellt das MUSC die Verbindung zwischen den Wissenschaftlern am Boden und der Crew im Raumlabor her. Dem Experimentator wird so die Möglichkeit der unmittelbaren Beobachtung seines Experimentes und der direkten Einflußnahme auf dessen Ablauf gegeben. Im Vorfeld einer Mission werden vom MUSC vor allem im Bereich der Forschung unter Weltraumbedingungen Wissen und technische Einrichtungen an Experimentatoren vermittelt.





Eine gut ausgebaute Bodeninfrastruktur – links der Kontrollraum des MUSC in Köln-Porz – ist ein wichtiger Baustein für den Aufbau und den Betrieb der Internationalen Raumstation.

ISS: Neue Horizonte

„Die ISS wird ein internationales Forschungsinstitut im Weltraum sein, das genutzt werden wird, um sowohl die Geheimnisse des Lebens auf der Erde zu entschlüsseln als auch die des Universums."

Dr. France A. Cordova,
Chef-Wissenschaftlerin
der NASA,
Washington D.C., USA

„In der Raumstation werden zahlreiche Experimente durchgeführt werden können, die in der Laborforschung unverzichtbar sind, bis heute jedoch nicht unter Weltraumbedingungen ausgeführt werden konnten."

Prof. Dr. Berndt Feuerbacher,
Vorsitzender des ESA Space
Station User Panel (ESSUP)

„Im frühen 21. Jahrhundert wird ganz sicher ein neues Zeitalter beginnen, in dem mit der Forschung im Weltraum mehr 'Durchbrüche' erreicht werden als in den Labors auf der Erde."

Dr. Yoshinori Fujimori,
Direktor der Abteilung für
Weltraumexperimente der
japanischen Weltraumagentur NASDA,
Tsukuba, Japan

„Wir glauben, daß die Internationale Raumstation ein vorzügliches Instrument sein wird, das der Menschheit helfen wird, viele der drängenden Probleme einer modernen Zivilisation zu lösen."

Prof. Dr. Anatoly I.Grigoriev,
Direktor des Instituts für Biomedizinische
Forschung (IBMP) im Staatlichen
Russischen Wissenschaftszentrum,
Moskau, Rußland

„Die Anwesenheit des Menschen an Bord der Internationalen Raumstation ist unverzichtbar für den Fortschritt der Forschung unter Schwerelosigkeit."

Dr. Jean-Jacques Favier,
französischer Wissenschaftsastronaut,
Grenoble, Frankreich

IMPRESSUM

Herausgeber:	Deutsche Agentur für Raumfahrt-angelegenheiten (DARA) GmbH Königswinterer Str. 522 - 524 D - 53227 Bonn
Konzeption Text & Realisation:	Autoren Societät Kesberg & Bütfering, Bonn
Gestaltung:	Werner Stiefler
Lithographie:	Flöer Imaging Service, Bonn
Druck:	DECKER DRUCK GmbH, Bergisch Gladbach
Bildnachweis:	ACCESS, Bavaria, DARA, DASA, DLR, dpa, ESA, D. Michel, NASA, ESA Computeranimationen: David Ducros, Jean-François Bertrand

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

1996

ISS

DEUTSCHE AGENTUR
FÜR RAUMFAHRT-
ANGELEGENHEITEN (DARA) GmbH
Königswinterer Str. 522-524
D-53227 Bonn