

# 1 – Was ist die Internationale Raumstation?



Die Internationale Raumstation (ISS)

## Ein im All schwebendes Forschungslabor

Die Vorstellung von einem unter Schwereelosigkeitsbedingungen im All schwebenden Forschungslabor, das überdies ausschließlich dem Nutzen für Menschheit und Industrie dienen soll, übersteigt selbst unsere kühnsten Fantasien. Doch so etwas gibt es tatsächlich! Es handelt sich dabei um die **Internationale Raumstation (ISS)**,

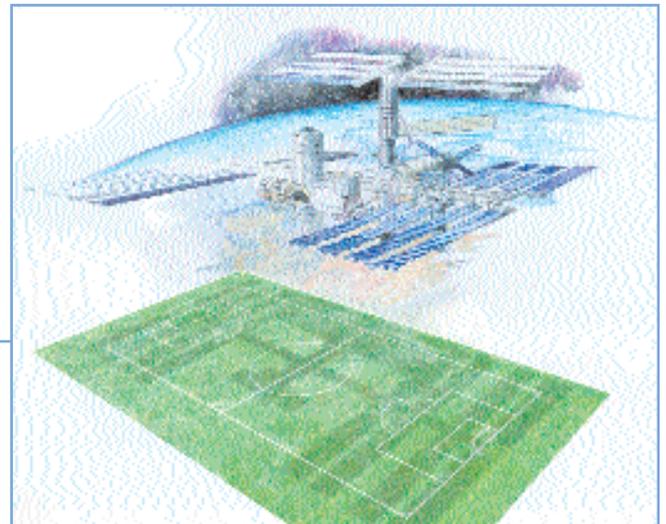
die dauerhaft in einer Umlaufbahn in rund 400 km Höhe um die Erde kreisen und in den nächsten 10 bis

15 Jahren mit wechselnder Besetzung die ständige Präsenz des Menschen im Weltraum gewährleisten soll.

*Bedingungen, unter denen kaum Schwerkraft herrscht wie z.B. bei einem Körper im freien Fall, in der Umlaufbahn oder im All. (Für weitere Informationen siehe 4.1)*

## Die ISS gleicht einem riesigen „Puzzle“

Wenn sie aller Voraussicht nach im Jahr 2006 komplett zusammengebaut ist, wird sie die größte von Menschenhand gefertigte Konstruktion sein, die jemals durchs All geflogen ist. Im fertigen Zustand wird sie ein stattliches Gewicht von 455 Tonnen haben, und mit einer Länge von einigen hundert und einer Breite von ungefähr 80 Metern erreicht sie eine Spannweite so groß wie ein Fußballfeld.



Die Druckkabine der Raumstation hat ein Volumen von 1200 Kubikmetern und entspricht damit dem Rauminhalt von zwei Boeing 747, dem derzeit größten Passagierflugzeug der Welt. Sie bietet genügend Platz für die Unterbringung von bis zu sieben Besatzungsmitgliedern und zahlreichen

**wissenschaftlichen Experimenten.**

*Druckkabine:  
Ein luftdicht abgeschlossener Raum, in dem derselbe atmosphärische Luftdruck herrscht wie bei uns auf der Erde (ungefähr zwischen 734 mm Hg und 770 mm Hg), so dass die Astronauten an Bord der Raumstation normal atmen und leben können.*

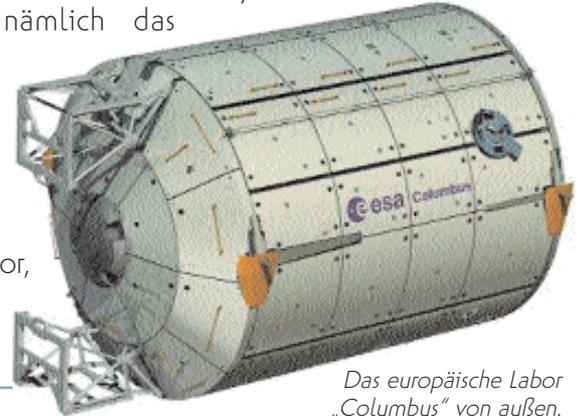
Bis dato gab es noch keine ausreichend große oder leistungsfähige Rakete, um eine derart riesige Konstruktion ins Weltall zu befördern, deshalb muss die Raumstation gleich einem Puzzle aus ungefähr 100 Teilen Stück für Stück zusammengebaut werden, für deren Transport mehr als **50 Flüge** unterschiedlicher Raumfahrzeuge ins All erforderlich sind. Damit die Teile auch perfekt zusammenpassen, ist es unbedingt notwendig, dass alle am Bau beteiligten Staaten dieselben Standards (Größenkonfiguration und Versorgungssysteme) verwenden. Die Einzelteile werden mithilfe je eines Roboterarms der amerikanischen Raumfähre und der Raumstation selbst zusammengebaut, bei diesem Vorgang assistieren Astronauten mit insgesamt zirka 160 Außeninsätzen, so genannten **„Spaziergängen im All“**.

### Die Einzelteile des „Puzzles“

2006 wird es mindestens **vier Labors** an Bord der Raumstation geben, die über die entsprechende Ausstattung verfügen, um umfassende Forschung im Bereich Materialwissenschaften, Plasmaphysik, Verbrennungsforschung, Biologie und neuen Technologien voranzutreiben.

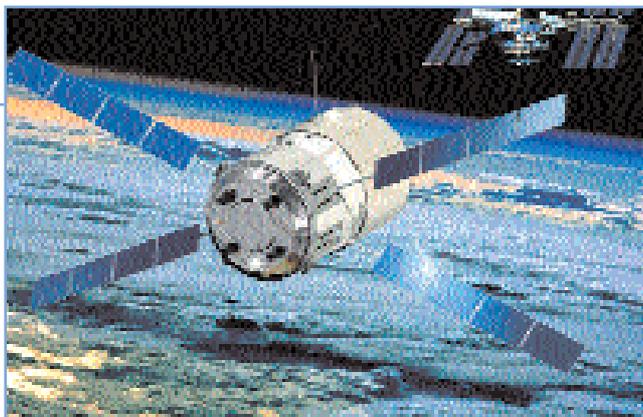
Das erste Labor, das 2000 in die Umlaufbahn gebracht wurde, war die russische **Swesda** (russisch „Stern“): das „Herzstück“ der Station, bis 2001 das Labor **Destiny** hinzukam. In ihm sind zwei wichtige Komponenten, nämlich das Kontrollzentrum der Raumstation und das Wohnmodul für die Astronauten, untergebracht. Es hat ungefähr die Größe eines kleinen Bootes und ist in einen Schlaf-, Ess-, Bad- sowie Forschungs-/Laborbereich unterteilt.

Das zweite Labor, das amerikanische **Destiny**-Labor, wurde 2001 ins All gebracht. Ende 2004 sollen das japanische Labor **Kibo** (japanisch „Hoffnung“) und das europäische **Columbus**-Labor ebenfalls an die ISS angedockt werden.



Das europäische Labor „Columbus“ von außen.

Europa, das über die **Europäische Weltraumorganisation (ESA)** an dem Projekt mitarbeitet, ist neben dem Columbus-Labor noch für ein weiteres wichtiges Element der Raumstation ausschließlich verantwortlich: das **Automatische Transferfahrzeug (ATV)**. Als Raumschlepper transportiert das ATV bis zu neun Tonnen Fracht einschließlich Lebensmittelvorräte, wissenschaftliche Nutzlast und Raketentreibstoff.



Wissenschaftler und Forscher aus ganz Europa steuern außerdem zusätzliche Teile und Ausstattungskomponenten zu zahlreichen anderen Bereichen der ISS bei wie z.B. das **Datenmanagementsystem**, ein wesentlicher Bestandteil der Steuerungseinheit der Raumstation, seitdem es im Juli 2000 an Bord der Swesda ins All gebracht wurde.

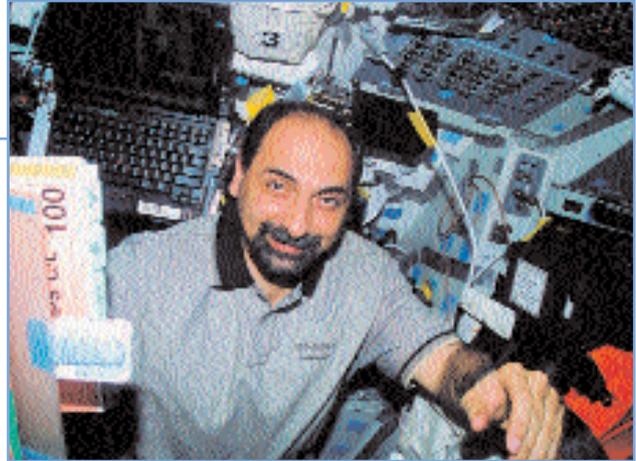
Die Europäische Weltraumorganisation (ESA) wurde 1975 gegründet und repräsentiert heute 15 europäische Länder der Weltraumgemeinschaft (Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Irland, Italien, Niederlande, Norwegen, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, Österreich und das Vereinigte Königreich). Allerdings beteiligen sich nur zehn dieser europäischen Länder am Internationalen Raumstation-Programm, nämlich Deutschland, Frankreich, Italien, Niederlande, Belgien, Dänemark, Norwegen, Schweden, Spanien und die Schweiz.

Weitere Informationen unter: [www.esa.int/spaceflight](http://www.esa.int/spaceflight)

### Die Rolle der Europäer

Als erster europäischer Astronaut flog der italienische ESA-Astronaut [Umberto Guidoni](#) am 1. April 2001 zur ISS.

Zum jetzigen Zeitpunkt gestaltet sich die europäische Beteiligung an der ISS in der Weise, dass über die ESA-Mitgliedstaaten Tausende hochbegabter Europäer an einigen hundert Universitäten und Spitzentechnologieunternehmen an einem spektakulären Durchbruch von Wissenschaft und Technologie des 21. Jahrhunderts arbeiten. Sobald die ISS komplett zusammengebaut ist und ihren ordnungsgemäßen Betrieb aufgenommen hat, werden sie die Ersten sein, die Daten der Forschungseinrichtungen empfangen, an deren Bau sie selbst beteiligt waren.



### Die Gründung des ISS-Programms

Alles begann am 25. Januar 1984, als die Vereinigten Staaten mehreren anderen Nationen das Angebot unterbreiteten, sich am Bau einer „permanent bemannten“ Raumstation zu beteiligen. Europa, vertreten durch die ESA, **Kanada** und **Japan** nahmen das Angebot begeistert an und arbeiteten bei der Gestaltung des zukünftigen Projekts mit. Im Jahr 1993 trat **Russland** als fünftes Mitglied bei, und so war das bis dato größte internationale Gemeinschaftsprogramm auf dem Gebiet der Wissenschaft bzw. Technologie geboren.





Die Internationale Raumstation dient in erster Linie dazu, Forschung in einem Umfeld zu betreiben, in dem die Wirkung der Schwerkraft aufgehoben ist. Sobald sämtliche Teile der Internationalen Raumstation zusammengebaut sind, werden mindestens vier Forschungslabors für Experimente verschiedenster wissenschaftlicher Disziplinen zur Verfügung stehen. Eines davon ist das europäische Labor namens **Columbus**.

### Beengte Raumverhältnisse im Innern des Columbus-Labors

Das Innere des Columbus-Labors ist bis auf den letzten Quadratzentimeter mit spitzentechnologischem wissenschaftlichem Gerät ausgefüllt. Es stehen Geräte für Videoaufzeichnung und Telekommunikation bereit sowie die für Datentransfer, Energie- und sonstige lebenswichtige Versorgung benötigten Kabel und Leitungen. Hier werden die **Astronauten** auch Experimente im Bereich Materialwissenschaften, Plasmaphysik, Verbrennungsforschung und zahlreichen anderen Wissenschaften durchführen.

Columbus ist ein komplettes multifunktionales Forschungszentrum im Miniformat. Da die Raumverhältnisse der ISS ohnehin beengt sind, muss alles, was an Bord geht, so klein und **kompakt** wie nur möglich sein. Dieses Foto zeigt einen der winzigen Container, in denen Pflanzen an Bord der ISS gezüchtet werden. Er ist nicht länger als ein Bleistift und misst nur 160 mm x 60 mm x 60 mm.

#### Diskussionsthemen

1. Welche Forschungsbereiche auf der Erde sind dir bekannt?
2. Welche Arbeitsvorgänge werden in einem Labor durchgeführt?
3. Welche Vorteile bietet die Forschung uns Menschen?

Mehr zum Thema Forschung im Weltraum unter:  
<http://www.esa.int/export/esaHS/research.html>



Experimentcontainer zur Aufzucht von Pflanzen

Das „Biolab“  
- ein Rack, das speziell  
für biologische  
Experimente konstruiert  
wurde

Container und sonstige Anlagen und Geräte, die zur Durchführung der Experimente benötigt werden, sind entlang der Innenwand in so genannten **Racks** (Einbaukonstruktionen) fest installiert. Auf jeder Seite befinden sich vier Racks – desgleichen an der „Decke“ und am „Boden“, also insgesamt 16 Racks.



Die Racks an Bord der ISS haben allesamt dieselbe Größe und sind an dieselben Systeme angeschlossen. Sie sind, ohne dass irgendwelche Veränderungen vorgenommen werden müssen, sowohl mit dem Columbus-, Kibo- oder auch Destiny-Labor kompatibel.

Manche Racks werden nur zur Aufbewahrung verwendet, während andere für bestimmte Fachbereiche konstruiert sind. Das so genannte **Biolab** ist in ein Rack integriert und wird für biologische Experimente an Mikroorganismen, Zellen, Kleinpflanzen etc. genutzt.



Künstlerische Darstellung des Inneren des Columbus-Labors

Man kann von dort aus auch Forschung hinsichtlich der im Außenbereich der ISS herrschenden Bedingungen, Astronomie und Erdbeobachtung betreiben. Die hierfür benötigte Ausrüstung ist an der Außenwand des Columbus-Labors installiert.

## Fertige ein Modell des Columbus-Labors an

### A

Verschafe dir einen realistischen Eindruck davon, wie viel Platz an Bord des europäischen Labors Columbus ist, indem du ein wirklichkeitsgetreues „Modell“ davon anfertigst. Verwende dazu Stühle, Tische, Pappe und was du sonst noch zur Hand hast, um die inneren Raumverhältnisse des Labors realistisch nachzubilden.

Errechne anhand der Angaben in der rechten Box:

- Den Bewegungsraum für die Astronauten im Labor.
- Wie viel Raum wird von der vorhandenen Ausrüstung in Anspruch genommen?

Diskussionsthemen:

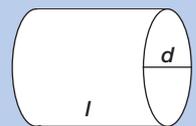
- Hat man deiner Meinung nach viel Platz zum Arbeiten?
- Was ist das für ein Gefühl, wenn man so zwischen sechs Wänden „frei herumschwebt“ und nicht wie gewohnt, umgeben von vier Wänden und einer Decke, mit beiden Beinen fest auf dem Boden steht? Hat man unter diesen Umständen das Gefühl mehr oder weniger Platz zu haben?

### B

Fertige ein Modell des europäischen Columbus-Labors aus einer Blechdose oder einem anderen wasserdichten Behälter an.

- 1) Fülle dein Modell mit Wasser. Miss ab, wie viel Wasser hineinpasst (bis zum Rand), und zwar sowohl in Liter als auch in Deziliter.
- 2) Miss den Radius und die Höhe deines Modells aus und berechne den Rauminhalt. Vergleiche ihn mit dem Rauminhalt des Wassers, den du zuvor gemessen hast.
- 3) Vergleiche die Maße deines Modells mit denen von Columbus. Anhand dieser Angaben kannst du den Maßstab deines Modells berechnen.

Maße des Columbus-Labors:



$$d = 4.5 \text{ m}$$

$$l = 6.6 \text{ m}$$

Es gibt vier Racks auf jeder Seite des Labors – auch an der „Decke“ und am „Boden“. Ein Rack ist ungefähr 2m hoch und 1m breit.

### Wer war Kolumbus?

Informiere dich anhand verschiedener Quellen über Christoph Kolumbus und schreibe einen Essay über ihn. Warum wurde das Labor deiner Meinung nach „Columbus“ genannt und hältst du den Namen für gut gewählt oder nicht?

*umkreisen: um einen anderen Körper herumkreisen*

*Orbit: die Flugbahn eines umkreisenden Körpers*

Die ISS **umkreist** die Erde in einer Entfernung von ungefähr 400 km. Obwohl uns dies sehr weit erscheint, kann man sie in einer klaren Nacht sogar mit bloßem Auge sehen. Wenn die Sichtverhältnisse es zulassen, gleicht die ISS einem Wandelstern, der am Himmel entlang schwebt. Kurz nach Sonnenuntergang oder kurz vor Sonnenaufgang ist sie am deutlichsten sichtbar, denn dann befinden wir uns als Beobachter im Erdschatten, in der Dunkelheit, während die ISS, die in erheblicher Höhe fliegt, noch vom Sonnenlicht erleuchtet wird.

### Wann und wo kann man sie sehen?

Die ISS ist nicht jede Nacht und nicht von jedem Ort der Erde aus zu sehen. Betrachte die Abbildungen weiter unten und nimm wenn nötig einen Atlas zu Hilfe.

Diskutiert gemeinsam und versucht folgende Fragen zu beantworten:

1. Warum ist die ISS von Australien aus nicht sichtbar (Abbildung 1)?
2. Warum ist die ISS von den Niederlanden aus nicht zu sehen, wenn sie sich über Australien befindet (Abbildung 2)?
3. Warum ist die ISS am Tag nicht zu sehen (Abbildung 3)?

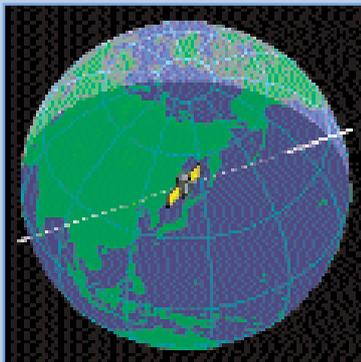


Abb. 1

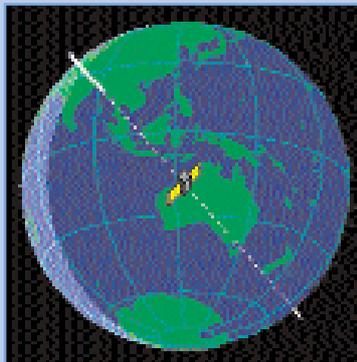


Abb. 2

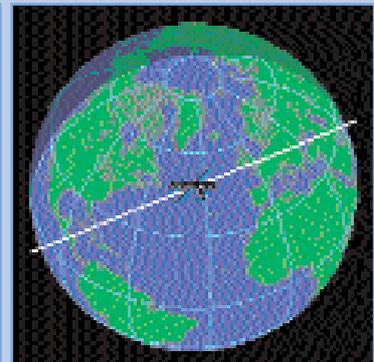


Abb. 3

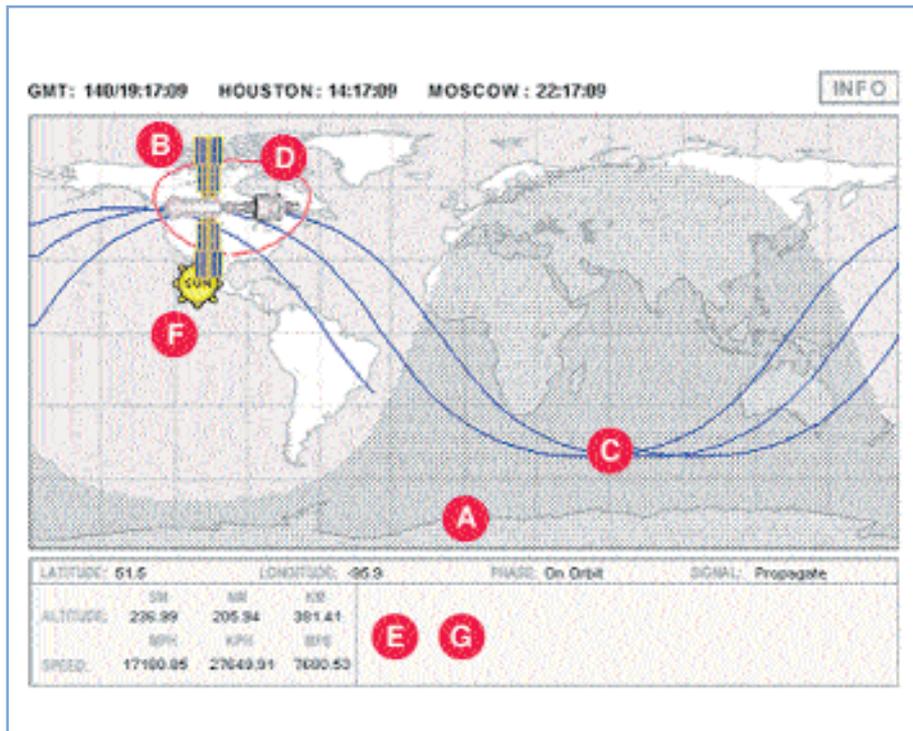
### Fertige eine zweidimensionale Skizze der ISS-Umlaufbahn an

Dazu benötigst du: Zirkel, Winkelmesser, Lineal, Bleistift und Papier

Die ISS umkreist die Erde **von West nach Ost** und überquert den Äquator mit einer Inklination von  $51,6^\circ$ .

1. Zeichne die Erde (mithilfe eines Zirkels). Ziehe durch den Mittelpunkt des Kreises eine Gerade, die den Äquator darstellt. Ziehe eine weitere Gerade durch den Mittelpunkt des Kreises, die in einem Winkel von  $90^\circ$  zum Äquator verläuft. Trage in die Skizze die Himmelsrichtungen Norden, Süden, Osten und Westen ein.
2. Zeichne nun eine weitere Gerade, die die ISS-Umlaufbahn darstellt: Diese Gerade muss in einem Winkel von  $51,6^\circ$  zum Äquator verlaufen.

Obwohl die ISS, während sie die Erde umkreist, immer derselben Umlaufbahn folgt, überfliegt sie nicht jedes Mal dieselben Orte. Der Grund dafür ist, dass auch die Erde sich alle 24 Stunden einmal um ihre eigene Achse dreht. Jedes Mal, wenn die ISS auf ihrer Umlaufbahn also dieselbe Stelle erreicht, hat sich die Erde ebenfalls gedreht, so dass die Raumstation nun einen anderen Ort überfliegt.



### Erläuterung:

(A) Die Weltkarte. (Der dunkel eingezeichnete Bereich zeigt an, wo momentan Dunkelheit herrscht.)  
 (B) Die Internationale Raumstation; deren Mitte gibt Längengrad an.  
 (C) Die blaue Linie zeigt den Verlauf der Flugbahn über der Erdoberfläche an.  
 (D) Der rote Kreis um die Internationale Raumstation zeigt den Bereich der Erdoberfläche, von dem aus die ISS zu sehen ist.  
 (F) Die gelbe Kugel repräsentiert den Sonnenstand (Mittag auf der Erde).

Auf ihrer Umlaufbahn überfliegt die ISS 85% der gesamten Erdoberfläche und damit Länder, in denen insgesamt 95% der Weltbevölkerung leben. Nur von den nördlichsten und südlichsten Ländern aus kann man die ISS nicht sehen.

### Versuche herauszufinden, ob die ISS von deinem Wohnort aus zu sehen ist.

Gehe auf die Webseite [www.esa.int/seeiss](http://www.esa.int/seeiss) und gib den Namen deines Wohnorts ein. Wenn die ISS von dort aus sichtbar ist, wird dir eine Sternkarte angezeigt, auf der die momentane Position der ISS sowie ihre Flugbahn markiert ist. Auf dieser Seite befindet sich außerdem eine Tabelle, aus der du das genaue Datum und die genaue Uhrzeit ablesen kannst, wann die ISS zu sehen sein wird. Da die ISS von einem Punkt der Erde aus nur einige Minuten lang sichtbar ist (schließlich fliegt sie mit einer Geschwindigkeit von 28 000 km/h!), zeigt die Tabelle außerdem an, in welcher Richtung du nach ihr Ausschau halten musst.

Sieh dir die Tabelle genau an und versuche herauszufinden, was mit den folgenden Begriffen gemeint ist und wie sie dir bei der Suche der ISS helfen können:

- Mag. (Helligkeit)?
- Alt. (Höhe)?
- Az. (Azimut)?

Falls du weitere Informationen benötigst, suche unter [www.esa.int](http://www.esa.int).

Wenn du herausgefunden hast, wann und wo die ISS am Himmel zu sehen ist, kannst du Verwandten und Freunden Bescheid sagen, vielleicht möchten sie vorbeikommen und den „Wandelstern“ gemeinsam mit dir betrachten.



## 1.2 – Wo befindet sich die ISS?

### Wie schafft es die ISS in ihrer Umlaufbahn zu bleiben?

Die ISS muss mit Hilfe einer Rakete in ihre Umlaufbahn gebracht werden. Um die Umlaufbahn zu erreichen und konstant in ihr zu verbleiben, muss die ISS mit einer bestimmten Geschwindigkeit fliegen.

#### Welche Geschwindigkeit benötigt die ISS?

Du benötigst für dieses Experiment: Bindfaden (100 cm), Radiergummi

Lies die einzelnen Schritte des Experiments unten durch und versuche dir vorzustellen, welche Auswirkung es auf die Geschwindigkeit hat, wenn du die Länge des Bindfadens veränderst. Beschreibe zunächst in eigenen Worten, was deiner Meinung nach passiert, bevor du das eigentliche Experiment durchführst.

Experiment:

1. Befestige das eine Ende des Bindfadens fest am Radiergummi.
2. Halte den Bindfaden am anderen Ende fest und schwinde den Radiergummi wie ein Lasso.
3. Verkürze den Bindfaden und wiederhole das Experiment
4. Versuche, den Radiergummi an dem kürzeren Bindfaden langsamer schwingen zu lassen

Führe das Experiment durch, beobachte und beschreibe, was dabei passiert. Vergleiche deine Beobachtungen mit dem, was du am Anfang gedacht hast. War deine Einschätzung richtig?



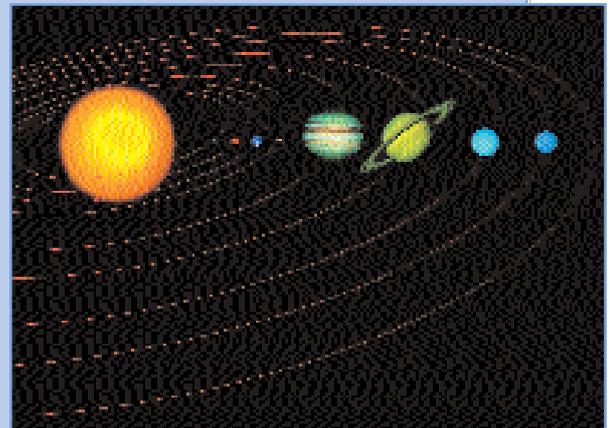
Die Geschwindigkeit, die erforderlich ist, um in einer Umlaufbahn zu bleiben, richtet sich nach der Entfernung von der Erde. Ist die Geschwindigkeit zu gering, fällt das Raumfahrzeug zurück auf die Erde, ist sie zu hoch, wird das Raumschiff quasi ins All hinaus „geschleudert“.

Um Geschwindigkeit zu erzeugen, braucht man Antriebskraft, um das Raumfahrzeug zu beschleunigen. Ist die Antriebskraft zu gering, zieht die [Gravitation](#) (Schwerkraft) das Raumfahrzeug auf die Erde zurück. Ist sie zu stark, sind die Gravitationskräfte der Erde nicht stark genug, um das Raumfahrzeug in seiner Umlaufbahn zu halten.

Die ISS sowie auch andere Satelliten umkreisen die Erde, genau wie der Mond. Die Erde und die anderen Planeten unseres Sonnensystems umkreisen die Sonne.

Mit all den Erkenntnissen, die du nun über Umlaufbahnen, Geschwindigkeit und Entfernung vom Mittelpunkt gewonnen hast, versuche herauszufinden, in welcher Konstellation und Entfernung die Planeten in Bezug auf die Sonne angeordnet sind. Die Liste unten gibt an, wie viel Zeit die einzelnen Planeten benötigen, um die Sonne zu umkreisen (in „Erdmonaten“):

Venus	7 Monate
Saturn	354 Monate
Pluto	2.976 Monate
Merkur	3 Monate
Erde	12 Monate
Neptun	1.978 Monate
Mars	23 Monate
Uranus	1.008 Monate
Jupiter	142 Monate



#### Kuriositäten

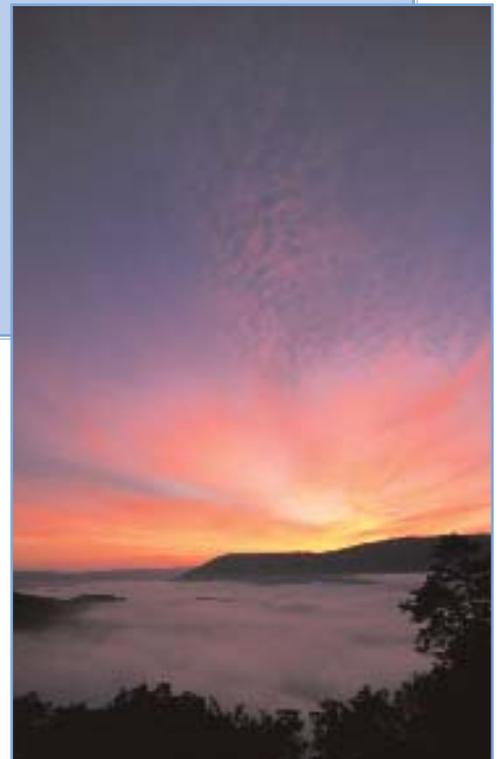
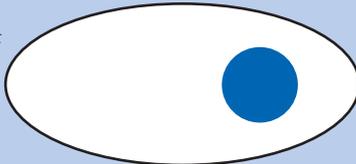
- Wie viele „Merkurjahre“ hast du schon gelebt?
- Wie viele „Jupiterjahre“ bist du alt?
- Wie viele „Uranusjahre“ wirst du möglicherweise erleben?

### Flugdaten der ISS

$$C = 2\pi r$$

1. Der Erdradius beträgt ungefähr 6.300 km, und die ISS fliegt in einer Höhe von ungefähr 400 km über der Erdoberfläche. Welche Länge hat die Umlaufbahn der ISS?
2. Die ISS fliegt mit einer Geschwindigkeit von zirka 28.000 km pro Stunde (km/h). Wie viel Zeit benötigt die ISS, um ein Mal die Erde zu umkreisen?
3. Wie oft umkreist die ISS die Erde innerhalb von 24 Stunden? Wie viele Sonnenunter- und aufgänge sehen die Astronauten von der ISS aus?
4. Berechne, wie viele Meter die ISS pro Sekunde zurücklegt (die Geschwindigkeit in m/s)
5. Die Entfernung zwischen London und Rom beträgt ungefähr 1.422 km.
  - Wie lange würde die ISS für diese Entfernung benötigen?
  - Wie lange würde ein Auto bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 80 km/h für dieselbe Strecke benötigen?

Die Umlaufbahn der ISS um die Erde verläuft elliptisch. Du kannst selbst eine Ellipse zeichnen, indem du zwei Stecknadeln in einem Abstand von beispielsweise 12 cm auf eine Pappe pinnst und eine Bindfadenschleife locker um die beiden Stecknadeln legst. Gehe nun mit dem Bleistift in die Schleife, spanne sie und fahre auf der Pappe vorsichtig um die Stecknadeln herum.



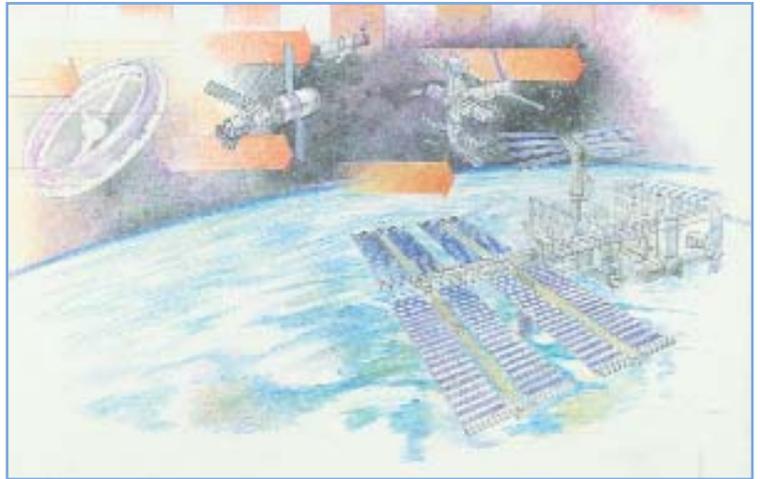
Alles begann am 25. Januar 1984, als Ronald Reagan, damaliger Präsident der **Vereinigten Staaten**, anderen Nationen das Angebot unterbreitete, sich am Bau einer „permanent bemannten“ Raumstation zu beteiligen. **Europa, Kanada** und **Japan** nahmen das Angebot begeistert an und arbeiteten an der Gestaltung des zukünftigen Projekts mit.

Die von Reagan initiierte Raumstation sollte ursprünglich den Namen „Freedom“ erhalten, schließlich galt sie als Symbol für die Einheit der westlichen Welt. Doch nachdem sich das politische Klima erheblich verbessert hatte, erklärte sich 1993 – nach Ende des Kalten Krieges – auch **Russland** bereit, als weiteres Mitglied dem Projekt beizutreten, das zum bisher größten Gemeinschaftsprogramm für Wissenschaft und Technologie zu ausschließlich friedlichen Zwecken wurde.

*“Wir möchten diese Herausforderung gemeinsam mit unseren Freunden annehmen und auch gemeinsam mit ihnen vom Nutzen profitieren, (...) die NASA möchte auch andere Staaten in das Projekt einbinden, damit wir gemeinsam den Frieden sichern, den Wohlstand erhalten und all denjenigen Freiheit garantieren, die dieselben Ziele verfolgen wie wir.”  
(Ronald Reagan, 25. Januar 1984).*

### Die ersten Raumstationen

Es war von jeher einer der größten Träume des Menschen, eine Reise ins Weltall unternehmen zu können. 1902 beschrieb der russische Schullehrer Konstantin Eduardovich Tsiolkovsky zum ersten Mal die Idee, ein ständiges Observatorium im All einzurichten. Schon damals hatte er die Vorstellung von einem in einer Umlaufbahn kreisenden Observatorium, das er **“Treibhaus”** nannte, denn er hatte die Vision, dass Kosmonauten an Bord ihre eigenen Pflanzen anbauen konnten und damit von der externen Versorgung unabhängig waren.



Zahlreiche Pioniere versuchten, diese Ideen weiterzuentwickeln und suchten fieberhaft nach Wegen, wie man eine Raumstation errichten könnte. Nach dem Zweiten Weltkrieg schienen erste brauchbare Vorschläge herangereift zu sein, und 1952 beschrieb Wernher von Braun bereits konkret **eine ringförmige, rotierende Station**, die in einer polaren Umlaufbahn zur Beobachtung des gesamten Planeten um die Erde kreisen würde.



Der Kalte Krieg förderte in entscheidender Weise die Bemühungen in Richtung Exploration des Weltalls. Vor allem in den sechziger Jahren entbrannte ein strategisches **Weltraumrennen**, in dem Amerika und Russland darum wetteiferten, welche Nation zuerst auf dem Mond landen würde. Am 21. Juli 1969 betraten die beiden amerikanischen Astronauten Neil Armstrong und Buzz Aldrin als Erste den Mond und Armstrong sprach, live im Fernsehen, den historischen Satz: *“That’s one small step for man, one giant leap for mankind”* (Dies ist nur ein kleiner Schritt für einen Menschen, aber ein großer Sprung für die Menschheit.)

## 1.3 Die Internationale Raumstation – ein internationales Gemeinschaftsvorhaben



Es dauerte allerdings bis zum Jahr 1971, bis **die erste Raumstation** in eine Umlaufbahn gebracht werden konnte, es war die sowjetische "Saljut 1" (auf Russisch "Salut!"). Während der darauffolgenden elf Jahre brachte die Sowjetunion noch sechs weitere Labors ins All. In ihnen wurden sowohl Experimente in verschiedenen Bereichen von Wissenschaft und Technologie unter [Schwerelosigkeitsbedingungen](#) durchgeführt, sie verfolgten allerdings auch militärische Zwecke.

Das erste amerikanische Labor "Skylab" wurde 1973 ins All gebracht. Es sollte allerdings nur 1973 und 1974 bemannt sein. Das nächste westliche Programm mit Schwerpunkt Forschung in Schwerelosigkeit war das [Spacelab](#). Im Rahmen dieses Programms wurden die Forschungsexperiment an Bord eines in einer Umlaufbahn befindlichen Raumfahrzeugs, dem Space Shuttle, durchgeführt. Das von der Europäischen Weltraumorganisation konstruierte Spacelab wurde in der Cargo-Bay (Nutzlastbucht) des Space Shuttle installiert und war über einen Tunnel mit der Kabine des Shuttles verbunden.

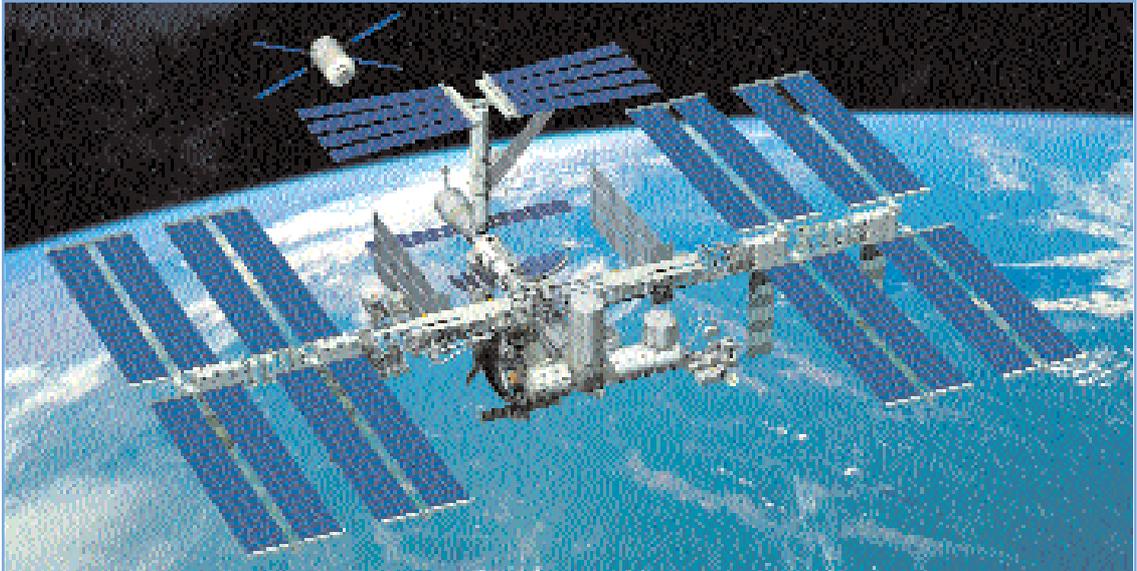
Ein neues Kapitel in der Entwicklung des Raumstationszeitalters begann, als das erste Bauteil der sowjetischen Raumstation „[Mir](#)“ (russisch "Frieden") im Februar 1986 ins All gebracht wurde. Das Konzept bestand darin, im Weltall eine Station aus sechs verschiedenen Modulen zusammenzubauen. Der Zeitplan für die Montage war zwar auf mehrere Jahre ausgelegt, doch finanzielle Engpässe führten dazu, dass sich die Fertigstellung der Mir erheblich verzögerte. Nachdem der Kalte Krieg zu Ende war und sich das politische Klima zwischen den USA und Russland merklich verbessert hatte, finanzierte Amerika das Vorhaben weiter, im Gegenzug dazu durften amerikanische Astronauten in der Mir mitfliegen, um Erfahrungen für die Entwicklung der Internationalen Raumstation zu sammeln. Damit war die Fortsetzung des Forschungsprogramms der Mir gewährleistet, und Europa entsandte zwei seiner Astronauten zur europäischen Raumfahrtmission Euromir. Als das ISS-Programm schließlich auf den Weg gebracht wurde, wurden die gemeinsamen Aktivitäten auf der Mir in der zweiten Hälfte des Jahres 1998 eingestellt.



Weitere Informationen darüber, wie sich das ISS-Programm seit 1998 entwickelt hat, siehe unter [www.esa.int/buildISS](http://www.esa.int/buildISS).

### Der / die / das erste ...

- |                                  |      |             |                                                           |
|----------------------------------|------|-------------|-----------------------------------------------------------|
| • Satellit in der Erdumlaufbahn: | 1957 | Sowjetunion | Sputnik 1                                                 |
| • Lebewesen im Weltall:          | 1957 | Sowjetunion | Hündin Laika (starb nach zehn Tagen in der Erdumlaufbahn) |
| • Sonde auf dem Mond:            | 1959 | Sowjetunion | Luna 2 (Mondaufschlag)                                    |
| • Mensch im Weltall:             | 1961 | Sowjetunion | Juri Gagarin, "Vostok"                                    |
| • Frau im Weltall:               | 1963 | Sowjetunion | Valentina Tereshkova                                      |
| • Spaziergang im All:            | 1965 | Sowjetunion | Aleksei Leonov                                            |
| • Mensch auf dem Mond:           | 1969 | USA         | Neil Armstrong und Buzz Aldrin "Apollo 11"                |
| • Raumstation:                   | 1971 | Sowjetunion | Saljut 1                                                  |



### Weltweite Zusammenarbeit

Auf der ganzen Welt engagieren sich viele Menschen unermüdlich für den Bau und Betrieb der Internationalen Raumstation. Über bestehende Landesgrenzen hinaus arbeiten Menschen aus den **unterschiedlichsten Berufen** zusammen, stellen sich den immensen täglichen Anforderungen und koordinieren sämtliche Abläufe der gigantischen Raumstation bis ins kleinste Detail. Neben Kanada, Japan, Russland und den Vereinigten Staaten wirken allein in Europa zehn Länder am Bau der Station aktiv mit.

Darüber hinaus bietet die Weltraumindustrie ein quasi unerschöpfliches Potenzial an Arbeitsplätzen in allen Fachrichtungen. Es besteht nach wie vor Bedarf an Ingenieuren, Technikern und Spezialisten aus sämtlichen wissenschaftlichen Fachrichtungen. Damit der Betrieb einer Raumstation reibungslos abläuft, benötigt man natürlich auch Manager, Rechtsanwälte und IT-Spezialisten – und natürlich Astronauten!

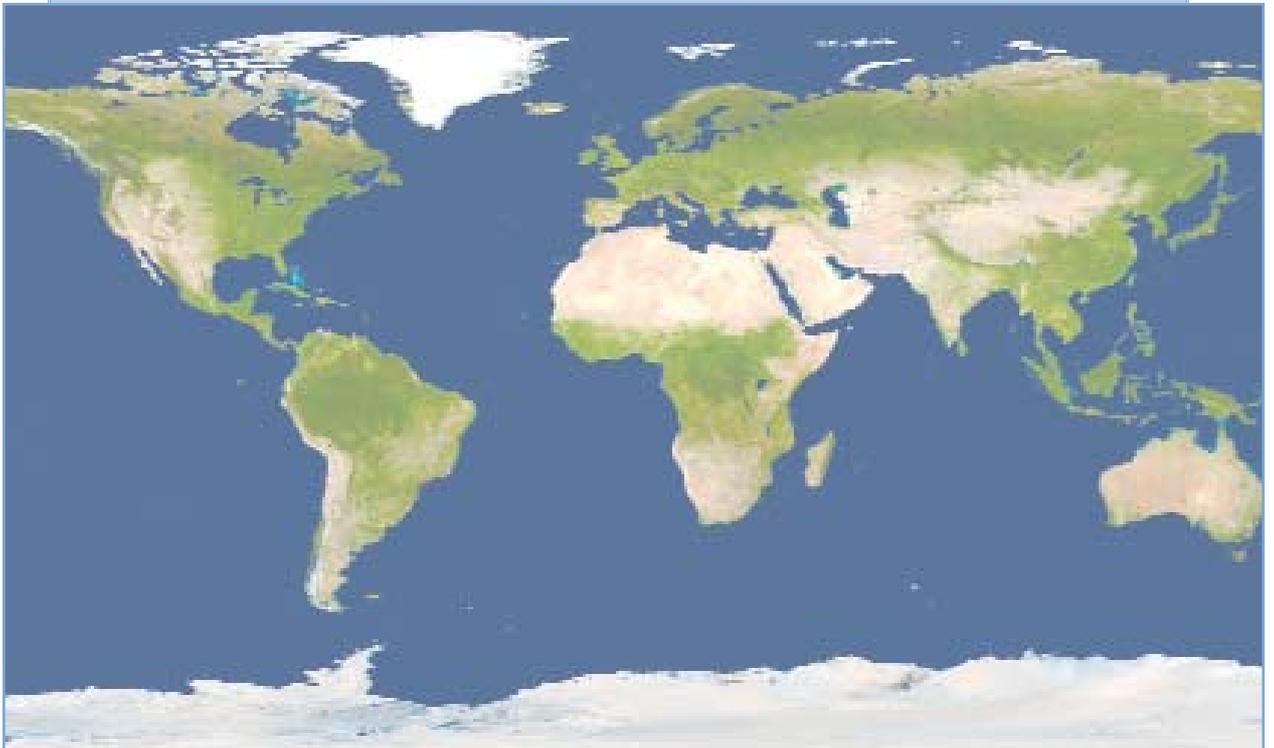
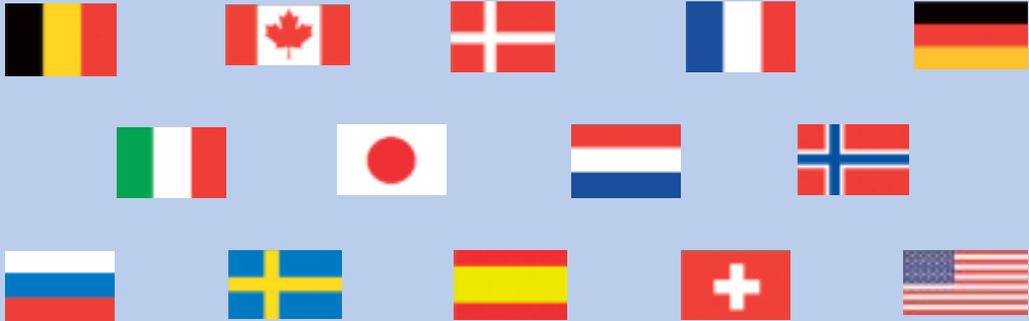
Vielleicht möchtest du ja später gerne als Ingenieur arbeiten und am Bau der nächsten Generation von Raumfahrzeugen mitwirken, die Software für den Betrieb einer Raumstation entwickeln oder Versuchsroboter steuern? Vielleicht interessierst du dich jetzt schon besonders für Biologie oder Chemie und möchtest in der Forschung arbeiten? Oder möchtest du vielleicht an einzelnen Missionen im Weltall teilnehmen und einen Beitrag dazu leisten, dass die Lebensqualität auf der Erde verbessert werden kann?

Wissenschaft und Technologie gewinnen auch im Alltagsleben zunehmend an Bedeutung. Bereits jetzt, aber vor allem in der Zukunft brauchen wir hochqualifizierte Männer und Frauen, damit wir uns den auf uns zukommenden Herausforderungen in den Bereichen Wissenschaft und Technologie erfolgreich stellen können.

## 1.3 Die Internationale Raumstation – ein internationales Gemeinschaftsvorhaben

### Internationale Partner

1. Welche Länder sind am Internationalen Raumstation-Programm beteiligt und wo sind sie auf der unten stehenden Karte einzuordnen?



3. Schreibe einen Aufsatz, in dem eines oder mehrere der folgenden Themen aufgegriffen werden:

- Kalter Krieg
- Weltraumrennen
- Frieden
- Raumstation
- Zusammenarbeit
- Hoffnung

4. Schreibe eine Science-fiction-Geschichte über eine zukünftige Raumstation.

5. Beschreibe, welche Träume und Pläne du für die Zukunft hast – welche berufliche Tätigkeit du später gerne ausüben würdest und warum gerade diese? Welche Ausbildung und Erfahrung bräuchtest du, um dir diesen Traum erfüllen zu können?

## 1.4 Europäische Beteiligung



Seit 1984 ist Europa an der Entwicklung des ISS-Programms beteiligt. Damals hatten die Vereinigten Staaten anderen Nationen das Angebot unterbreitet, am Bau einer permanent bemannten Raumstation mitzuwirken. Die europäische Beteiligung wird von der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) koordiniert und zehn ihrer fünfzehn Mitgliedstaaten sind dem ISS-Programm beigetreten, nämlich Belgien, Dänemark, Frankreich, Deutschland, Italien, Niederlande, Norwegen, Schweden, Spanien und die Schweiz.

Sämtliche beteiligten Partner haben eine Vereinbarung unterzeichnet, in der alle wichtigen Details für den Bau und Betrieb der Raumstation geregelt sind. Es werden zum Beispiel genau definierte Standards benötigt, um zu gewährleisten, dass die Bauteile, die auf der ganzen Welt gefertigt werden auch exakt zusammenpassen, wenn sie schließlich 400 km über der Erde in der Umlaufbahn montiert werden.

Für einige **wesentliche Elemente** der ISS ist Europa sogar ausschließlich zuständig, z.B. für das europäische Columbus-Labor und das Automatische Transferfahrzeug (ATV). Weitere bedeutsame europäische Beiträge sind:

- der Europäische Roboterarm
- die Cupola (ISS-Panoramafenster)
- Knoten (Verbindungsmodule)
- das Datenmanagementsystem

Zusätzlich zu diesen wichtigen Elementen stellen europäische Wissenschaftler und Ingenieure auch noch **weitere Experimentieranlagen** zur Verfügung, die in der Raumstation genutzt werden. Zu nennen wäre hier zum Beispiel die so genannte *Microgravity Science Glovebox* (Handschuhkasten für die Schwerelosigkeitsforschung), die die Durchführung von Experimenten unter völlig keimfreien (sterilen) Bedingungen ermöglicht. Diese Glovebox wurde 2002 an Bord der ISS gebracht und ins amerikanische Destiny-Labor integriert (weitere Informationen siehe unter 4.2). Ein weiteres Beispiel ist die "Gefrieranlage" **MELFI**, die bis zu 80 kg Kühl- und Lagerkapazität zur Aufbewahrung von Laborproben bereitstellen kann. Die Abkürzung MELFI steht für "Minus Eighty Degrees Laboratory Freezer for the ISS" (Minus-80-Grad-Probentiefkühleinrichtung für die ISS).



Natürlich spielen auch Universitäten und Forschungsinstitute in ganz Europa im Rahmen der an Bord der Raumstation betriebenen **Forschung** eine wichtige Rolle. Europäische Wissenschaftler wirken an der Konzeption neuer Experimente mit, die schließlich in den Forschungsanlagen der ISS durchgeführt werden. Sie überwachen ferner den Ablauf der Experimente an Bord und werten die entsprechenden Ergebnisse aus.



Die europäischen Mitarbeiter werden jedoch nicht nur am Boden eingesetzt, sondern arbeiten natürlich auch an Bord der Raumstation selbst. Das **europäische Astronautenkorps** besteht aus 16 hochqualifizierten und erfahrenen Astronauten, die, selbst wenn sie vorübergehend in der Raumstation arbeiten, ein wichtiger Bestandteil eines ganzen Netzes von wissenschaftlichen Bodenteams bleiben. Überall in Europa sind **Kontrollzentren** und "User Support and Operation Centres" (Zentren zur Unterstützung

wissenschaftlicher Benutzer) eingerichtet, die der ISS-Crew zur Verfügung stehen und Experimente und Hardware an Bord der Raumstation überwachen und steuern.

### Welchen Beitrag leistet dein Land?

Versuche, mithilfe der im ISS Education Kit zur Verfügung stehenden Informationen, die wichtigsten Beiträge der Europäer für die ISS zu benennen. Weitere Informationen findest du auf der Webseite der ESA: [www.esa.int](http://www.esa.int).

- Welche wesentlichen Elemente sind in den Abbildungen weiter unten zu sehen? Ordne die in der rechten Box aufgeführten Begriffe den entsprechenden Abbildungen zu.
- Wozu dienen diese Elemente? – Notiere für jedes der Elemente 3-5 Stichwörter.
- Welche Rolle spielt dein Land bei der Entwicklung dieser Elemente, den an Bord der ISS durchgeführten Forschungsprojekten oder bei anderen Weltraummissionen? (Weitere Informationen hierzu erhältst du z.B. unter <http://www.esa.int/export/esaHS/partstates.html>).



- *Das europäische Columbus-Labor*
- *Das Automatische Transferfahrzeug (ATV)*
- *Der Europäische Roboterarm*
- *Die Cupola*
- *Ein Knoten (Verbindungsmodul)*
- *Das Data-Management System*

### Entwerfe dein eigenes Missions-Logo

Für jede Weltraummission gibt es ein entsprechendes Logo. Es besteht meistens aus verschiedenen Elementen, zum Beispiel dem Namen der Mission, den typischen Farben der Nationalflagge (unten sind es die Belgien, stellvertretend für die Mission des belgischen ESA-Astronauten Frank de Winne), oder einem bestimmten mit der Mission verfolgten Arbeitsschwerpunkt (z.B. ein bestimmtes Forschungsvorhaben, ein neues Modul, das in die Station integriert wurde) oder einem Element, das als eine Art charakteristisches Symbol für die Natur der Mission steht (z.B. eine Umlaufbahn).

Entwerfe nun dein eigenes Missions-Logo und beschreibe danach, wofür die einzelnen von dir verwendeten Elemente stehen. Sende das Logo an die ESA, und wer weiß - vielleicht wird es ja schon für die nächste Weltraummission ausgewählt?!

