



**Human Spaceflight**  
SPACE FOR LIFE

Informationen zur  
Astrolab Mission



## Das Space Shuttle System

Der Betrieb des Shuttle begann mit dem Start vom Columbia für die STS-1- Mission am 12. April 1981. Bisher gehörten 5 Raumschiffe zur Shuttle-Flotte der NASA: Challenger, Columbia, Discovery, Atlantis und Endeavour. Discovery, der Shuttle für die Mission STS-121 hat seit seinem Erstflug im August 1984 31 Missionen geflogen, darunter die Aussetzung des Hubble Weltraumteleskops im Jahre 1990 (STS-31), Spacelab IML-1 Mission mit ESA-Astronaut Ulf Merbold (STS-42) im Jahre 1992, die dritte Wartungsmission für das Hubble Weltraumteleskop (STS-103) mit den ESA-Astronauten Claude Nicollier und Jean-Francois Clervoy im Jahre 1999, der Transport des ISS Gitterstrukturelements Z1 (STS-92) und des in Europa gebauten Vielzweck-Logistik-Moduls "Leonardo" (STS-102 und STS-105) zur ISS.



Ulf Merbold, erster Europäer und ESA-Astronaut auf dem Shuttle im Spacelab, einer europäischen Entwicklung, auf der STS-9/Spacelab-1 Mission 1983. Im Januar 1992 flog er wieder auf der STS-42/Spacelab IML-1 Mission mit Discovery.  
(Foto: NASA)

Atlantis wurde zum ersten Mal im Oktober 1985 gestartet und wurde bei 26 Missionen eingesetzt, unter anderem für die Aussetzung des rückführbaren Satelliten EURECA (European Retrievable Carrier) der ESA und den Betrieb des kabelgebundenen Satellitensystems TSS (Tethered Satellite System) bei der Mission STS - 46 mit ESA-Astronaut Claude Nicollier und Franco Malerba von der Italienischen Raumfahrtagentur im Jahre 1992. Es transportierte auch das US-Labor Destiny, die Luftschleuse Quest und zwei Gitterstrukturelemente mit 4 Missionen (STS-98, STS-104, STS-110 and STS-112) zur ISS.

Endeavour, der fünfte Shuttle, flog zum ersten Mal 1992. Höhepunkt des seiner bisher 19 Missionen sind STS-88, mit der der Knoten Unity als zweites Modul der ISS im Dezember 1998 in die Umlaufbahn gebracht wurde, die Shuttle Radar Topography Mission (STS-99) im Februar 2000 mit ESA-Astronaut Gerhard Thiele, die Mission STS-100, die Umberto Guidoni 2001 als ersten europäischen Astronauten zur Raumstation brachte und die ISS- Montagemission STS -111 mit ESA-Astronaut Philippe Perrin im Juni 2002.



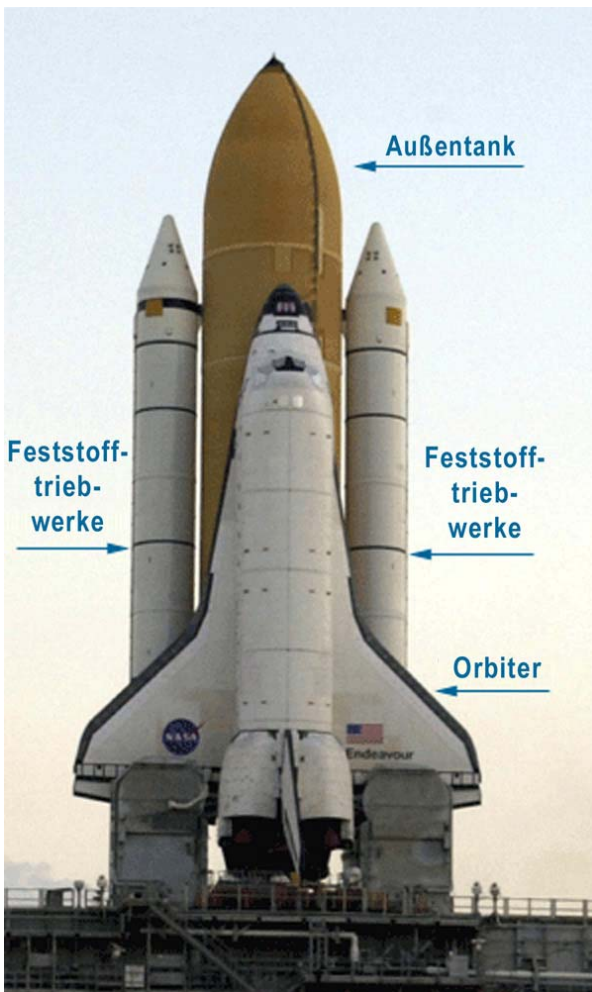
Start von Columbia zur STS-1 Mission am 12. April 1981.  
(Foto: NASA)

Challenger verunglückte im Januar 1986 auf seiner 10. Mission und Columbia stürzte kurz vor der Landung bei ihrer 28. Mission im Februar 2003 ab.

Der Space Shuttle oder das Space Transportation System (STS) besteht aus drei Hauptbestandteilen: dem Orbiter, meistens Shuttle genannt, dem Außentank mit dem flüssigen Treibstoff für den Orbiter und den beiden Feststofftriebwerken, die dem Hauptschub in der ersten beiden Minuten des Fluges liefern. Zusammen haben diese Komponenten eine Länge von 56 m und wiegen mehr als 2000 t beim Start. Der Shuttle hat beim Abheben einen Schub von über 3240 t und kann eine Nutzlast von über 28 t in die Umlaufbahn bringen. Eine Mission dauert zwischen 5 und 16 Tagen. Seit 1981 sind über 600 Astronauten auf dem Shuttle geflogen und über 1,36 Millionen Kilogramm wurden in die Umlaufbahn gebracht. Seit dem Columbia-Unfall im Februar 2003 wurden Verbesserungen an den verschiedensten Teilen des Shuttle vorgenommen.



## Das Space Shuttle System



Hauptkomponenten des Shuttle. (Zeichnung: NASA)

### Der Orbiter

Der 37 m lange Orbiter ist das Element des Shuttle Systems, das (wie der Name besagt) in die Umlaufbahn fliegt, die Mannschaft aufnimmt und nach dem Ende der Mission wieder zur Erde zurück bringt. Er enthält Ausrüstungen und Versorgungsgüter für die Shuttle Mannschaft, falls die ISS nicht an geflogen wird, oder auch für die Langzeit-Mannschaft auf der Raumstation, wenn diese das Ziel des Fluges ist. Um den Orbiter vor den bis zu 1600 Grad Celsius hohen Temperaturen beim Wiedereintritt zu schützen, sind alle Oberflächen durch Wärmeschutzmaterial geschützt. Die Hauptarten dieses Wärmeschutzmaterials sind verstärkter Carbon-Carbon-Faserverbundwerkstoff (RCC), wieder verwendbare Isolierkacheln für niedrige und hohen Temperaturen, filzartige wieder verwendbare Isolationsdecken und Decken aus Isolierfasern. RCC wird insbesondere an den Flügelvorderkanten eingesetzt, wo Verbesserungen umgesetzt wurden,

um zu vermeiden, dass eine Hitzeströmung in die Flügelstruktur eindringen kann.

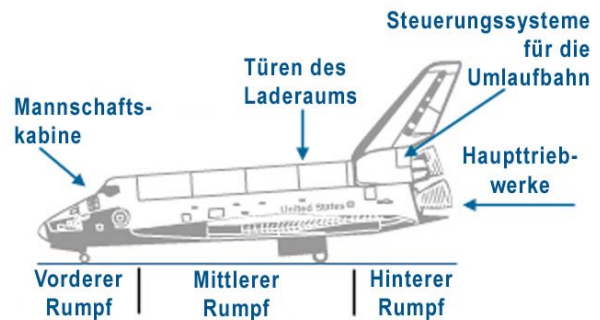
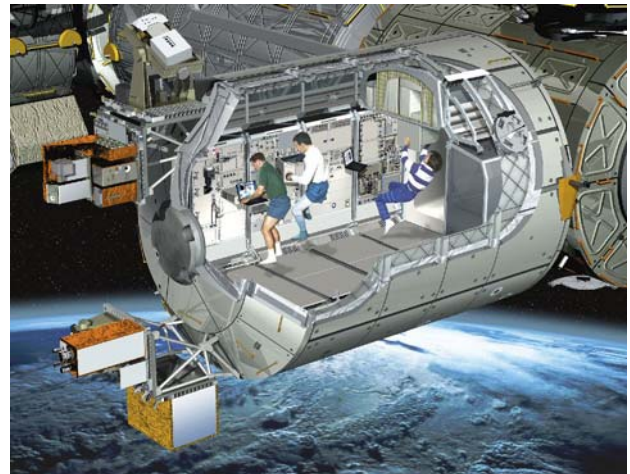


Diagramm der Hauptbereiche des Orbiters. (Zeichnung: NASA)

Der vordere Teil des Shuttle-Rumpfes enthält die Mannschaftskabine mit einem Volumen von 65,8 m<sup>3</sup>. Dieser druckbeaufschlagte Teil umfasst die Bereiche Arbeiten, Wohnen und Aufbewahrung. Es besteht aus dem Flugdeck, dem Mitteldeck/Geräteteil und einer Luftschleuse. Vier Sitze für die Mannschaft befinden sich auf dem Flugdeck. Im vorderen Teil des Flugdecks befinden sich über 2000 Anzeige- und Kontrollelemente.



Schnittbild des europäischen Columbus-Labors an der Internationalen Raumstation. Das Labor wird mit einer zukünftigen Shuttle-Mission im Laderaum des Shuttle zur Raumstation gebracht. (Zeichnung: ESA/D. Ducros)

Der Sitz des Kommandanten befindet sich links, der des Piloten rechts. Das Mitteldeck enthält drei weitere Sitze, vier Schlafkojen, Laderaum, Abfallentsorgungssystem, Arbeits- und Speisetisch und Toiletteneinrichtungen. Außerhalb der Rückseite der Mannschaftskabine, im Laderaum des Shuttle kann ein Andockmodul und ein Übergangstunnel mit einem Adapter angebracht werden, um der Mannschaft und



## Das Space Shuttle System

Geräten den Übergang beim Andocken, zum Spacelab oder zu Außenbordaktivitäten zu erlauben.

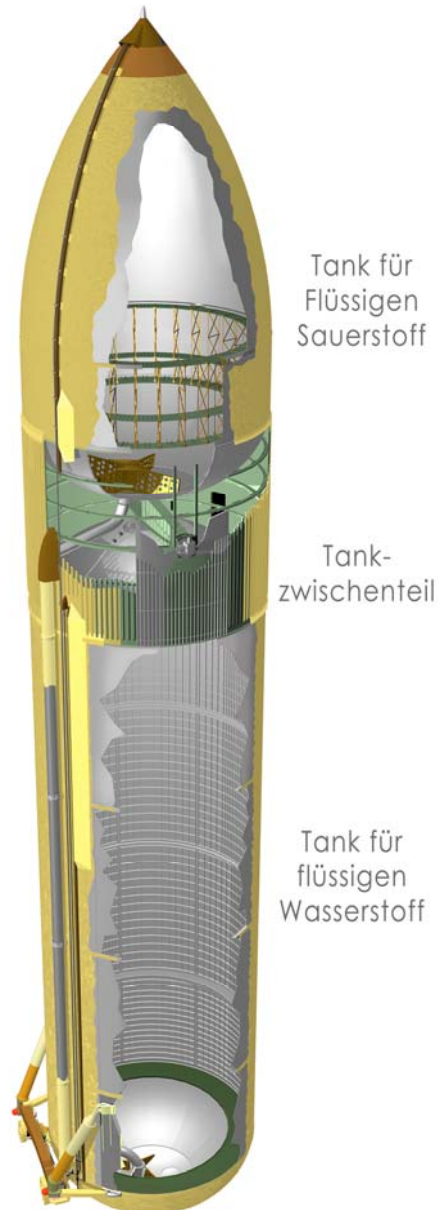
Im 18 m langen mittleren Rumpfteil mit 5 m Durchmesser befindet sich der Laderaum des Shuttle mit den Laderaumtüren. In diesem Laderaum wird das Europäische Columbus-Labor zur ISS gebracht werden und hier werden auch die Vielzahl-Logistikmodule als druckbeaufschlagte Behälter zur Versorgung der Raumstation transportiert. Der Laderaum beherbergt auch dem Roboterarm des Shuttle (Remote Manipulator System), der vom Flugdeck aus gesteuert wird. Damit können Nutzlasten aus dem Laderaum gehoben und ausgesetzt oder auch gegriffen und für die Rückkehr zur Erde wieder im Laderaum verstaut werden.

Der 5,5 m lange hintere Rumpfteil besteht aus dem rechten und dem linken Manövriersystem für die Umlaufbahn, den Haupttriebwerken, der Bremsklappe, der Vertikalflosse und den inneren Befestigungsteilen für den Außentank. Der Orbiter hat eine Spannweite von 24 m und auf der Landebahn eine Höhe von 17 m. Die Höhe seiner Umlaufbahn liegt zwischen 185 und 643 km mit einer Geschwindigkeit von 28.000 km/h. Der Schub der Triebwerke beträgt auf Meereshöhe 170 t.

### Der Außentank

Der Außentank ist der Treibstofftank des Orbiters und enthält die Treibstoffe für die Haupttriebwerke des Shuttle. In den letzten beiden Jahren wurde sein Design geändert, um die Ablösung von Schaumteilen auszuschließen, die den Shuttle beschädigen könnten. Der leere Außentank wiegt über 35 t. Er kann fast 720 t Treibstoff aufnehmen, über 616 t flüssigen Sauerstoff und etwa 103 t flüssigen Wasserstoff.

Der Außentank ist 47 m lang und dient auch als "Rückgrat" des Shuttle während des Starts indem er die Struktur über die Befestigung mit den Feststofftriebwerken und dem Orbiter unterstützt. Der Tank ist die einzige Komponente des Shuttle, die nicht wieder verwendet wird. Etwa 8,5 Minuten nach dem Start, wenn der Treibstoff verbraucht ist, wird der Tank in einer Höhe von etwa 110 km über der Erde abgesprengt. Der dann fast leere Tank trennt sich vom Shuttle und fällt in einer geplanten Bahn in die Atmosphäre. Dabei verbrennt der größte Teil und nur ein Rest fällt ins Meer.



Grafische Darstellung des Außentanks. (Zeichnung: NASA)

Die drei Hauptkomponenten des Außentanks sind ein Sauerstofftank mit einem Volumen von über 540.000 l flüssigen Sauerstoffs im vorderen Teil, in hinteren Teil einen Wasserstofftank mit über 1.450.000 l flüssigem Wasserstoff sowie einen kragenförmiges Tankzwischenstück, das die beiden Treibstofftanks verbindet, Geräte aufnimmt und als Befestigungsstruktur für die vorderen Enden die Feststofftriebwerke dient.

Der Wasserstofftank ist 2,5-mal größer als das Sauerstofftank, wiegt aber in gefülltem Zustand nur ein Drittel, da flüssiger Sauerstoff etwa 16-mal schwerer als flüssiger Wasserstoff ist.



## Das Space Shuttle System

Die Aluminiumhaut des Außentanks ist mit einem Wärmeschutzsystem bedeckt, das aus einer 2,5 cm dicken Beschichtung aus Polyisocyanat-Schaum besteht. Zweck des Wärmeschutzes ist es, die Treibstoffe im erforderlichen Temperaturbereich zu halten, die Oberfläche vor aerodynamischer Erhitzung zu schützen und die Bildung von Eis zu minimieren.

Der Außentank verfügt über ein Leitungssystem für den Transport der Treibstoffe zu den Triebwerken, ein Druck- und Belüftungssystem zur Regelung des Tankdrucks, eine Klimatisierung zur Regelung der Temperatur und Sicherung einer nicht explosiven Atmosphäre zwischen den Treibstofftanks sowie ein elektrisches System zur Energieverteilung, Signalverteilung und zum Blitzschutz.

Die Treibstoffe werden über eine Leitung von 43 cm Durchmesser zum Orbiter geleitet, die sich innerhalb des Orbiters zu den Haupttriebwerken des Shuttle verzweigt.

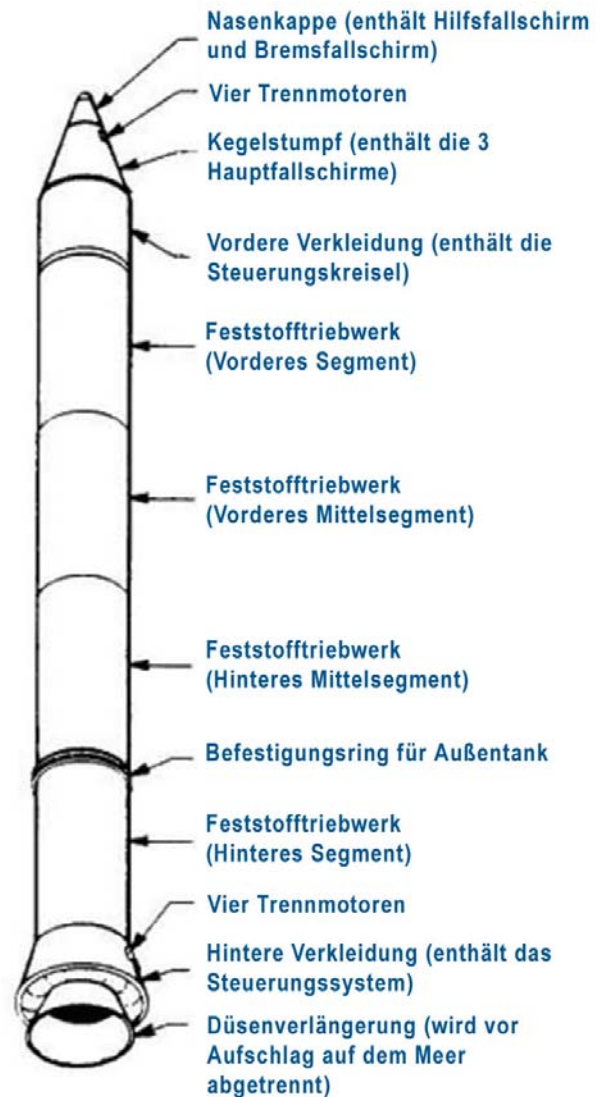
### Die Feststofftriebwerke

Die beiden Feststofftriebwerke arbeiten parallel zu den Haupttriebwerken während der ersten zwei Minuten des Fluges, um zusätzlichen Schub zu liefern, der zum Verlassen der Erdanziehungskraft erforderlich ist. Jedes Feststofftriebwerk ist über 45 m lang und wiegt beim Start etwa 590 t. In einer Höhe von etwa 45 km werden die Feststofftriebwerke vom Orbiter und dem Außentank getrennt, schweben an Fallschirmen herab und landen im Atlantik, wo sie geborgen werden, um anschließend zur Wiederverwendung überholt zu werden. Die Feststofftriebwerke unterstützen auch die Steuerung des Raumfahrzeuges zu Beginn der Aufstiegsbahn. Der Schub der Feststofftriebwerke beträgt zusammen 2.400 t.

Neben dem Antriebsteil umfassen die Feststofftriebwerke die Untersysteme Struktur, Schubvektorkontrolle, Trennung, Bergung und Elektronik.

Das eigentliche Feststofftriebwerke besteht aus einem Gehäuse, das aus Segmenten zusammengesetzt ist und mit festem Treibstoff gefüllt wird, einem Zündsystem, einer beweglichen Düse sowie der erforderlichen Instrumentierung und Hardware zur Integration. Jedes Feststofftriebwerken enthält über 450 t Treibstoff. Dies erfordert ein aufwändiges Misch- und Gießverfahren. Der feste Treibstoff besteht

aus Aluminiumpulver mit Ammoniumperchlorat als Oxidator



Aufbau eines Feststofftriebwerks des Shuttle. (Zeichnung: NASA)

Nach dem Columbia- Unfall wurde der Design der Bolzenaufnahme für die Befestigungsbolzen der Feststofftriebwerke am Außentank sowie der Trennmotoren, die die Triebwerke vom Außentank wegstoßen, geändert.