

Raumsonde Gute Reise



Manche Zeitgenossen träumen vom Flug zum Mars, was für einen Menschen eine gewaltige Reise wäre. Für die Raumsonden, die den roten Planeten zurzeit erforschen, sind die 302 Millionen Kilometer zwischen Erde und Mars jedoch eher eine bescheidene Weg-

strecke, verglichen mit den 14,1 Milliarden Kilometern, die die 1977 gestartete Sonde Voyager 1 bereits hinter sich hat. Sie ist das am weitesten von der Erde entfernte Objekt, das jemals von Menschenhand gefertigt wurde. Nach ihrem Besuch bei Saturn hat sie inzwischen bereits das Sonnensystem verlassen. Pioneer 10, 1972 gestartet, ist jetzt 13 Milliarden Kilometer von der Erde entfernt und unterwegs in Richtung des Sterns Aldebaran im Sternbild Stier. Bis die Sonde dort ankommt, dauert es allerdings noch zwei Millionen Jahre. Sollte es Außerirdische in der Umgebung von Aldebaran geben, wären diese zumindest grob über die Herkunft von Pioneer 10 im Bilde — die Sonde hat eine Goldplatte mit einer Botschaft an Bord, ebenso wie Pioneer 11, die jetzt 12,5 Milliarden Kilometer hinter sich gebracht hat und in vier Millionen Jahren das Sternbild Adler erreichen wird.

versum ist im Großen flach und unendlich und wird mathematisch durch eine euklidische Geometrie beschrieben. In diesem Fall ist die Krümmung null, d.h., die kürzeste Verbindung zweier Punkte ist eine Gerade. 2) Das Universum hat eine positive Krümmung und ist damit ein geschlossener Raum analog zu einer Kugeloberfläche; mathematisch entspricht dieser Fall einer riemannschen Geometrie. 3) Das Universum ist negativ gekrümmt und entspricht einem hyperbolischen, offenen, unendlichen Raum (lobatschewskische Geometrie). Wie das Universum tatsächlich gekrümmt ist, lässt sich heutzutage nicht genau sagen, da aufgrund der →Dunklen Materie unsicher ist, wie viel Masse im Universum vorhanden ist. (→Kosmologie)

Raumschiff, auf ältere Vorstellungen zurückgehende Bezeichnung für ein größeres Raumfahrzeug mit autonomem Hauptantrieb sowie Steuer- und Lageregelungstriebwerken.

Raumsonde, ein unbemanntes Raumfahrzeug, das die Erde verlässt und in den interplanetaren Raum vorstößt, um Planeten, Monde, Planetoiden und Kometen zu erforschen, oder sogar das Sonnensystem verlässt.

Raumstation, Weltraumstation, Orbitalstation, mit mehreren Astronauten bemanntes Raumflugsystem, das als komplette Einheit oder in einzelnen Baugruppen in eine Umlaufbahn um die Erde transportiert (und dort montiert) wird. Raumstationen bieten den Besatzungen langfristige Raumauenthaltsmöglichkeiten für die Durchführung wissenschaftlicher, kommerzieller und militärischer Aufgaben; sie können als **Raumbasen**

der Einsatzvorbereitung weiterer Raumfahrtunternehmen dienen. Größere Raumstationen, z.B. in Hantel- oder Kreuzform, in Form eines Ringes oder Rades, könnten auch die Simulation der Schwerkraft (durch Fliehkraftantrieb an den Enden der Verbindungsachsen oder im »Reifen«) ermöglichen, sodass auch längere Aufenthalte in Raumstationen ohne die Problematik der Schwerelosigkeit möglich wären. Voraussetzung für die langfristige Nutzung der Raumstationen ist ein zuverlässiger Strahlungsschutz; eine Gefährdung durch Mikrometeoriten ist wesentlich geringer als bisher angenommen und lässt sich durch doppelwandige Schalenkonstruktionen weitgehend ausschließen.

Raumstationen wurden unter der Bezeichnung **Außenstationen** schon von den Pionieren der Weltraumfahrt konzipiert, u.a. von K. E. Ziolkowski und H. Oberth, später u.a. von W. von Braun. Erste Realisierungen waren die noch relativ kleinen Raumstationen (**Raumlabors, Orbitallabors**) Saljut (in Verbindung mit Sojus, ab 1971), Skylab (1973) und Space Lab (1983); die 1986 gestartete Raumstation Mir hatte eine Gesamtmasse von rd. 100 t. Mit dem schrittweisen Aufbau der »Internationalen Raumstation« (→ISS) wurde 1998 begonnen.

Raumtransporter, Raumfähre, Trägersystem für den Transport einer Nutzlast von der Erdoberfläche auf eine Satellitenbahn (und umgekehrt), das – im Gegensatz zu Trägerraketen – wiederverwendbar zur Erde zurückgeführt werden kann. Der erste von der NASA entwickelte Raumtransporter war das →Spaceshuttle, das am 12. 4. 1981 erstmals

Raumstation

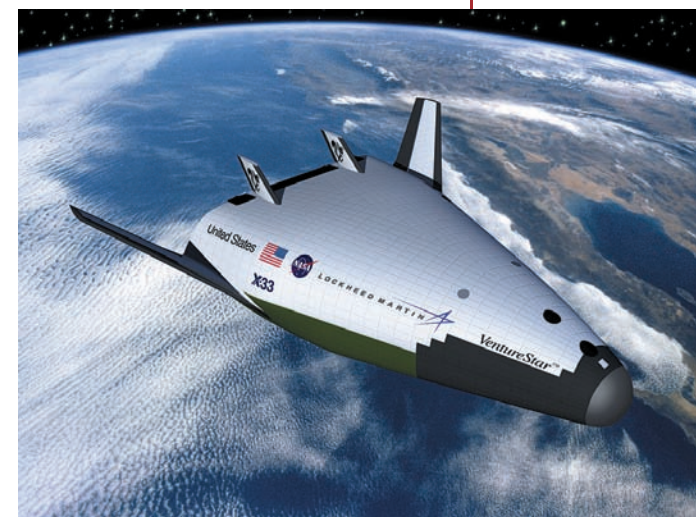
→ GEO Dossier Platzangst im Kosmos, Bd. 4



Raumtransporter. Start des Raumtransporters Challenger auf Cape Canaveral 1983

startete. Die UdSSR startete ihren ersten Raumtransporter Buran am 15. 11. 1988; er ähnelt stark dem Spaceshuttle, besitzt jedoch keine Haupttriebwerke im Heck, da er von einer Trägerrakete in eine Umlaufbahn gebracht wurde. Ein Einsatz erfolgte bislang nicht.

Raum-Zeit, Raumzeit, die Zusammenfassung der drei Raumdimensionen mit der Zeit als vierter Koordinate zu einem vierdimensionalen Raum (**Raum-Zeit-Kontinuum, Raum-Zeit-Welt**). Der Begriff der Raum-Zeit ist Ausdruck der engen Verknüpfung von →Raum und Zeit in der →Relativitätstheorie und ermöglicht dort deren einheitliche Beschreibung. Zwar können auch in der Raum-Zeit Abstände zwischen zwei Raum-Zeit-Punkten (»Ereignisse«) definiert werden, doch es hängt vom Bewegungszustand des Beobachters ab, was davon als zeitlicher und was als räumlicher Abstand erscheint. Zwei Ereignisse können in der Raum-Zeit einen solchen weiten Abstand voneinander haben, dass zwischen ihnen kein Informationsaustausch, dessen maximale Geschwindigkeit die Lichtgeschwindigkeit ist, stattfinden kann. In der allgemeinen Relativitätstheorie ist die Raum-Zeit gekrümmt, verursacht durch die vorhandenen Massen. Das hat zur Folge, dass die kürzeste Verbindung zweier Punkte – die Geodätische – nun keine Gerade mehr ist. Kräftefreie Körper, die sich entlang einer Geodätischen bewegen, führen also eine krummlinige Bewegung aus. Dieser Effekt liegt der Lichtablenkung zugrunde und sorgt auch dafür, dass die Planeten keine exakten Ellipsenbahnen beschreiben, sondern Rosetten. An der Bahn des



Planeten Merkur wurde dies erstmals nachgewiesen.

Rauschen, nicht zu vermeidendes Störsignal in allen elektronischen Geräten. Die Ursache dafür sind thermisch bedingte Geschwindigkeitsschwankungen der Ladungsträger in Metallen und Halbleitern. Es begrenzt u. a. die Nachweisempfindlichkeit radioastronomischer Empfänger. Eine wesentliche Aufgabe der modernen Radioastronomie besteht deshalb darin, das Rauschen möglichst zu begrenzen, um auch sehr schwache kosmische Radioquellen registrieren zu können.

Rayet, Georges Antoine Pons, französischer Astronom, *Bordeaux 12. 12. 1839,

Raumtransporter. Der »Venture Star« sollte die Nachfolge des Space-shuttles antreten. Das Raumflugzeug sollte senkrecht aus eigener Kraft starten und wie ein Flugzeug wieder landen können. Im Jahr 2002 wurden die Pläne jedoch vorerst gestoppt.

Raum-Zeit

→ GEO Dossier Reise zum Anfang von Raum und Zeit, Bd. 5

Raumstation Weltraumkrankheiten



Das Einrichten einer Raumstation stellt hohe Anforderungen an Weltraumarchitekten, denn der Mensch eignet sich nicht wirklich dafür, außerhalb der Erde zu überleben. Wir sind Wasserwesen, unser Körper besteht zu zwei Dritteln aus Gewebeflüssigkeit und Blut. Verringert sich die Schwerkraft, verlagert sich die

Körperflüssigkeit, die Beine werden dünn und das Gesicht schwillt an. Und das ist nur der Anfang der medizinischen Probleme. Die Wirbelsäule dehnt sich aus und der Gleichgewichtssinn gerät durcheinander, Rückenschmerzen und Übelkeit sind die Folge. Astronauten, die sich länger im All aufhalten, leiden unter Herzproblemen, Blutverdickung, Thrombosen, Muskel- und Knochenschwund. Dazu kommt die Belastung durch die kosmische Strahlung und eine Schwächung des körpereigenen Immunsystems. Der normale Tag- und Nachtrhythmus entfällt, was zu Schlafstörungen führt, die Konzentrationsschwächen und Appetitlosigkeit nach sich ziehen. Räumliche Enge, Monotonie, Isolation und Langeweile führen zu psychischem Dauerstress. Damit Menschen sich überhaupt dauerhaft auf Raumstationen aufhalten können, muss es der Weltraumarchitektur gelingen, eine möglichst irdische Umgebung zu simulieren.