

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 68 (2010)
Heft: 358

Artikel: Wie erfolgreich waren die US-Raumschiffe? : Space Shuttle : eine Ära geht zu Ende
Autor: Jost, Hugo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-897983>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Wie erfolgreich waren die US-Raumschiffe?

Space Shuttle – Eine Ära geht zu Ende

■ Von Hugo Jost

Mit dem vermutlich letzten Flug des Space Shuttle von Ende 2010 geht eine fast 40 Jahre dauernde Ära zu Ende. Ob und wie erfolgreich das gesamte Projekt war, ist schwierig zu beurteilen. Da sich die USA 1972 dazu entschieden, das Space Shuttle als weitgehend alleiniges Transportmittel für Raumtransporte zu entwickeln und zu betreiben, kann es mit keinem alternativen System verglichen werden.



Der 12. April 1981 war ein historischer Moment für die NASA. Mit Columbia hob erstmals ein Space Shuttle von Cape Canaveral ab. (Bild: NASA)

Trotz der etwas mehr als 130 Shuttle Flüge muss das System rückblickend als experimentelles System betrachtet werden. Das Shuttle Programm erreichte nie die geplante Flugkadenz und die Kosten sowohl bei der Entwicklung als auch bei den Flügen wurden extrem überschritten. Das Shuttle war schlicht und ergreifend zu komplex, zu wartungsintensiv und auch zu störungsanfällig. Es war bis zuletzt

immer ein Prototypensystem. Die zwei verlorenen Shuttles zeugen eindrücklich davon.

Das Shuttle Programm stellte sich, anders als angedacht, nicht als das System heraus, aus welchem sich «evolutionär» ein Zukunftssystem entwickeln könnte. Es war mehr oder weniger eine Eintagsfliege. Die Entwicklung der bemannten Raumfahrt vom Erstflug eines Menschen am 12. April 1961 bis heute

verlief bei weitem nicht so geradlinig und rasch, wie bei der Entwicklung der Luftfahrt. Nach dem Erstflug der Gebrüder Wright am 23. März 1903 dauerte es nur gerade 10 Jahre, bis während des Ersten Weltkriegs die Luftfahrtindustrie aus dem Boden gestampft wurde. Bereits Anfang der 30er-Jahre war dann auch die Zivilluftfahrt etabliert. Eine Entwicklung, von der wir in der bemannten Raumfahrt wohl noch um Jahrzehnte entfernt sind.

Die Shuttle-Ziele

Nachdem die USA den Wettlauf zum Mond gewonnen hatten wandte man sich wieder der Idee zu, eine wiederverwendbare Raumfähre zu entwickeln. Dadurch sollten vor allem die Kosten drastisch gesenkt und die Raumfahrt kommerzialisiert werden.

Bereits im Jahr der ersten Mondlandung wurde eine Studie in Auftrag gegeben. Die Konzeptphase dauerte Jahre. 1971 stand das Projekt, da das NASA-Budget aus politischen Gründen immer mehr gestrichen wurde, kurz vor dem Aus. Die «Retung» kam von der Luftwaffe. Sie benötigte für den Transport der grossen Spionagesatelliten eine grosse Nutzlastbucht und die Möglichkeit, Satelliten auf polaren Umlaufbahnen aussetzen zu können. Also versuchte man, die zusätzlichen Anforderungen der Luftwaffe in den Shuttle zu integrieren. Es sollten nicht die einzigen Kompromisse bleiben.

Das dreiteilige Konzept des Shuttles, bestehend aus Orbiter, Aussen-tank und Booster wurde offiziell am 16. März 1972 festgelegt. 1973 waren die Detailplanungen verfügbar. Sie enthielten aus heutiger Sicht völlig utopische Zahlen. Der Erstflug sollte 1978 sein. Der Markt wissenschaftlicher, militärischer und kommerzieller Flüge sollte etwa 50 Flüge pro Jahr erlauben. Dadurch sollte sich das Shuttle selber finanzieren. Die Realität sah anders aus. Die Startkosten stiegen von den geplanten 10.5 Mio Dollar pro Start, je nachdem, wie man rechnet, auf etwa 100 Mio Dollar pro Start. Die Entwicklungskosten betragen, nicht zuletzt wegen der zwei Verluste, etwa 100 Milliarden Dollar. In manchen Jahren war durch das Shuttle Programm 50% des NASA-Budgets gebunden.



Der Aussentank schwebt vor imposanten Wolkengebilden langsam der Erde entgegen. (Bild: NASA)

Das Shuttle-System

Mehr als $\frac{3}{4}$ der benötigten Energie werden beim Start von den zwei Feststoff-Boostern bereitgestellt. Die zwei 45 Meter langen Feststoffraketen sind die grössten, welche je gebaut wurden. Sie haben nach dem Start eine Brenndauer von rund zwei Minuten. In rund 45 km Höhe werden sie abgetrennt, steigen auf einer ballistischen Bahn noch bis in rund 65km Höhe und gleiten danach an Fallschirmen zurück ins Meer. Dort werden sie geborgen und nach Florida zurückgeschleppt. Nach einer Inspektion und der Wiederbefüllung stehen sie für einen weiteren Flug bereit.

Die grösste Komponente des Shuttle-Systems ist der Außentank. Es handelt sich eigentlich um zwei zusammengebaute Tanks welche mit Wasserstoff und Sauerstoff gefüllt sind. Der Tank ist am Shuttle vorn an einem und hinten an zwei Punkten befestigt. Mehrere Leitungen auf der Aussenseite des Tanks leiten den Wasserstoff und Sauerstoff zum Orbiter, wo die Flüssigkeiten dann in den drei Haupttriebwerken des Shuttles verbrannt werden. Der Tank ist die einzige nicht wiederverwendbare Komponente des Shuttles. Nach Brennschluss wird er abgeworfen und verglüht in der Atmosphäre.

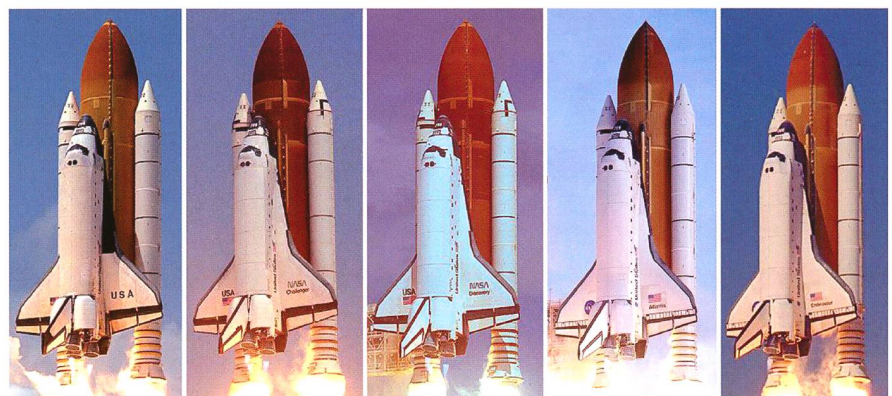
Die Hauptkomponente des Shuttle-Systems ist der Orbiter. Darin befinden sich die Mannschaftsräume und das Cockpit und die jeweilige die Nutzlast. Seine Form wird durch die aerodynamischen Deltaflügel und das Seitenleitwerk geprägt. Sie ermöglichen dem Orbiter nach dem Abschluss des Fluges eine klassi-

sche Landung im Gleitflug. Die drei grossen Haupttriebwerke des Orbiters werden während des achtminütigen Aufstiegs ins All eingesetzt. Sie werden dabei mit aus dem Aussentank mit flüssigem Wasserstoff und Sauerstoff versorgt. Nach dem Abschalten und Abtrennen des Tanks können die Triebwerke während der Mission nicht erneut gezündet werden. Nach der Landung werden die Triebwerke ausgebaut und geprüft. Sie können für mehrere Flüge verwendet werden. Die Besatzung des Orbiters befindet sich in den Mannschaftsräumen. Sie bestehen aus Cockpit, Luftschleuse, Wohn- und Arbeitsräumen sowie etwas Stauraum für Nutzlast.

Im mittleren Teil des Shuttles befindet sich die grosse Nutzlastbucht. Darin werden die Lasten wie z.B. das Hubble Space Teleskop transportiert und in den Weltraum ausgesetzt. Da sich die Kühlradiatoren für die Kühlung des Orbiters im Innern der Nutzlastbucht befinden fliegt der Orbiter immer mit geöffneter Nutzlastbucht.

Eine zentrale, überlebenswichtige Komponente des Orbiters ist der Hitzeschutzschild. Er ist für den Wiedereintritt in die Erdatmosphäre unerlässlich. Versagt er, so ist das Schicksal des Orbiters besiegelt.

Der Hitzeschutzschild besteht auf der Unterseite des Shuttles aus etwa 20'000 Kacheln. Sie sind maxi-



Columbia

Nummer: OV-102
Erstflug: 12. April 1981
Erste Mission: STS-1
Letzte Mission: STS-107

Bemerkung

Erster raumflugfähiger Orbiter. Am 1. Februar 2003 beim Wiedereintritt zerstört. Die sieben Besatzungsmitglieder kamen dabei ums Leben.

Challenger

Nummer: OV-099
Erstflug: 4. April 1983
Erste Mission: STS-6
Letzte Mission: STS-51-L

Bemerkung

Am 28. Januar 1986 kurz nach dem Start durch einen Defekt an einem Feststoffbooster zerstört. Die sieben Besatzungsmitglieder kamen ums Leben.

Discovery

Nummer: OV-103
Erstflug: 30. Aug. 1984
Erste Mission: STS-41-D
Letzte Mission: STS-128

Bemerkung

Ihre beiden letzten Einsätze fliegt Discovery voraussichtlich noch einmal im Mai 2010 ab (STS-132). Danach wird die Raumfähre komplett zerlegt, um Erfahrungen mit der Lebensdauer solcher Raumorbiter zu sammeln.

Atlantis

Nummer: OV-104
Erstflug: 3. Okt. 1985
Erste Mission: STS-51-J
Letzte Mission: STS-129

Bemerkung

Atlantis hebt voraussichtlich noch einmal im Mai 2010 ab (STS-132). Danach wird die Raumfähre komplett zerlegt, um Erfahrungen mit der Lebensdauer solcher Raumorbiter zu sammeln.

Endeavour

Nummer: OV-105
Erstflug: 7. Mai 1992
Erste Mission: STS-49
Letzte Mission: STS-127

Bemerkung

Endeavour ersetzt 1986 die Challenger. Ihr letzter Einsatz steht im Juli 2010 bevor (STS-134).

Von den fünf Raumfähren flogen zuletzt nur noch Discovery, Atlantis und Endeavour. Challenger und Columbia verunglückten.

mal 12 cm dick und können Temperaturen bis 1260 °C aushalten. Die hochoverhitzbaren Teile wie Cockpitnase und Flügelvorderkanten sind gegen Temperaturen bis 1300°C und vor allem gegen mechanische Beanspruchungen speziell geschützt.

Die Erfolge

Aus der Fülle der verschiedenen Flüge und Transportprogramme möchte ich nur zwei herausgreifen. Der Transport und die verschiedenen Erneuerungen und Revisionen des Hubble Space Teleskops (HST) ist aus wissenschaftlicher Sicht sicher als grossartiger Erfolg zu werten. Ohne das Space Shuttle wäre das HST zweifellos nicht Realität geworden. Die sehr lange Betriebszeit des HST wäre ohne die Möglichkeiten der Shuttle-Flotte kaum erreicht worden.

Auch der Bau der Internationalen Space Station (ISS) war nur dank der Shuttles möglich. Dies, obwohl aus heutiger Sicht die ISS zweifellos auch mit einer Kombination von Lastraketen für den Transport der Stationsteile und Ausrüstung und bemannten, einfachen Fahrzeugen ähnlich der Sojus-Kapseln, auch machbar gewesen wäre. Nur: Es stand halt auf amerikanischer Seite nur das Shuttle zur Verfügung.

Selbstverständlich transportierte die Shuttle-Flotte auch viele militärische Nutzlasten, über welche keine Informationen verfügbar sind. Auch unzählige Satelliten und Planetensonden wurden mit den Shuttles auf den Weg gebracht. Oft war es aber nur eine «Verlegenheitslösung», welche mit künstlich tiefen Kosten die Ariane konkurrenzierte.

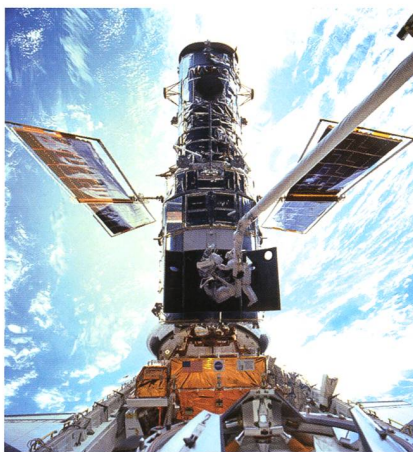
Die Katastrophen

Am 28. Januar 1986 explodierte der Space Shuttle Challenger nach 72 Sekunden Flug. Die technische Ursache war das Versagen der Dichtungsringe aus Gummi, die beim Start innerhalb von Millisekunden den Zwischenraum zwischen den Segmenten des Haupttanks abdichten sollten. Die Gummiringe waren bei Temperaturen unter 0 Grad spröde und konnten somit den Tank nicht wie vorgesehen abdichten. Die eigentliche Ursache des Unglücks waren jedoch Fehler des Managements, welches eine hohe Startrate den Sicherheitsinteressen



Rückschläge gab es für die NASA in den Jahren 2003 (oben) und 1986 (unten) als die beiden Raumfähren Columbia beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre und Challenger kurz nach dem Start verunglückten (Bild: NASA)

vorgezogen hatte. Die Probleme mit den Dichtungsringen bei Minustemperaturen waren bekannt. Die Challenger stand 38 Tage bei Minustemperaturen auf der Startrampe. Am Starttag war es -4 Grad, es gab Eiszap-



Mehrfach wurde das Weltraumteleskop Hubble unter der Leitung von Claude Nicollier repariert (Bild: NASA)

fen am Startgerüst und die Techniker der Herstellerfirma wollten den Start nicht freigeben. Trotz der Warnungen beharrte das Management, nicht zuletzt, weil der Start schon sechs mal verschoben wurde, auf dem Start. Eine folgenschwere Entscheidung.

Die zur Verbesserung des Shuttles notwendigen Arbeiten führten zu einem Unterbruch von zwei Jahren und 8 Monaten und sehr hohen Mehrkosten. Technisch waren danach die Shuttles moderner. Eine wesentlich höhere Zuverlässigkeit und raschere Einsatzbereitschaft nach einem Flug wurde aber nicht erreicht.

Im Januar 2003 kam es zur zweiten Katastrophe. Die Columbia brach beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre auseinander. Beim Start trafen vom Aussentank abfallende Schaumstücke die linke Flügeloberkante und schlugen ein Loch in die Hitzeschutzverkleidung. Das Ereignis wurde von den Technikern zwar bemerkt, man war sich der möglichen Folgen des Schadens aber nicht bewusst. Beim Wiedereintritt trat heisses Plasma in den Flügel ein, führte dort zum Versagen der Struktur und direkt zum Absturz. In der Folge wurden die Schutzmassnahmen für den Hitzeschutzschild stark verstärkt. Zusätzlich wird jedes Shuttle vor dem Wiedereintritt auf Schäden untersucht. Schliesslich wurde beschlossen, die Shuttle-Flotte Ende 2010 auszumustern.

Nach 3-jährigem Unterbruch blieb als Arbeitsgebiet ab 2006 für die Shuttle-Flotte nur noch der Aufbau der Internationalen Raumstation als Aufgabengebiet übrig.

Ausblick

Bis der geplante NASA-Raumgleiter Orion die Space Shuttle-Flotte ablöst, werden noch einige Jahre ins Land ziehen. Frühester Termin ist 2015. Bis dahin übernehmen vorübergehend die Russen die Versorgung der ISS. Inwieweit die Budgetkürzungen der USA auch den Orion-Raumgleiter tangieren, ist unklar. Sicher aber ist, dass das Mond- und Marsprogramm vorerst auf Eis gelegt sind.

Hugo Jost

Lingerizstrasse 89
CH-2540 Grenchen/SO