

Hausarbeit zum Thema:

Space Shuttle



von
Christian Wahl Kl. 9b

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung	3
2. Aufbau des Space Shuttles	3
3. Flug eines Shuttles	6
4. Missionen	9
5. Die Shuttles	9
Enterprise	9
Columbia	10
Challenger	11
Discovery	12
Atlantas	13
Endeavour.....	14
6. Zusammenfassung	16
7. Literaturnachweis	16
8. Selbstständigkeitserklärung	17

1. Einleitung:

Für die Weltraumforschung ist der Kostenfaktor immer ein großes Problem. Der Start eines Raumfahrzeugs mit einer normalen Trägerrakete ist im Grunde eine Geldverschwendung, da man die Rakete nur einmal verwenden kann. Das ist, als müsste man für jeden Flug von Frankfurt nach New York einen neuen Flugzeug bauen.

Daher wurde ein Raumfahrtgerät entwickelt, das wie eine Rakete startet, wie eine Raumkapsel im All einsetzbar ist und wie ein Flugzeug auf der Erde landet. Der Hauptteil des Space Shuttle, der flugzeugähnliche Orbiter, kann beliebig oft verwendet werden, genauso die beiden Feststoffbooster. Nur der Außentank geht verloren.

Die Entwicklung des Space Shuttles (zu deutsch: Raumtransporter) dauerte allerdings länger als erwartet. Auch beim Betrieb kam häufig zu unvorhergesehenen Verzögerungen. Ein Tiefpunkt war das Unglück der Raumfähre Challenger, die 1986 kurz nach dem Start explodierte und die gesamte Besatzung in den Tod riss. Viele der anfänglichen Probleme sind mittlerweile gelöst. Gegenüber den Fehlstarts und Pannen überwiegen nun die erfolgreichen Einsätze. Für die weitere Erkundung des Weltalls ist der vielseitige Raumtransporter von großer Bedeutung: Mit keinem anderen derzeit existierenden Trägersystem lassen sich mehrere Satelliten und Raumfahrzeuge gleichzeitig ins All befördern.

2. Aufbau des Space Shuttles

Ein Space Shuttle besteht aus einem Außentank für den Treibstoff, aus zwei Feststoffboostern und dem flugzeugähnlichen Orbiter.

Orbiter

Länge: 37,2 m

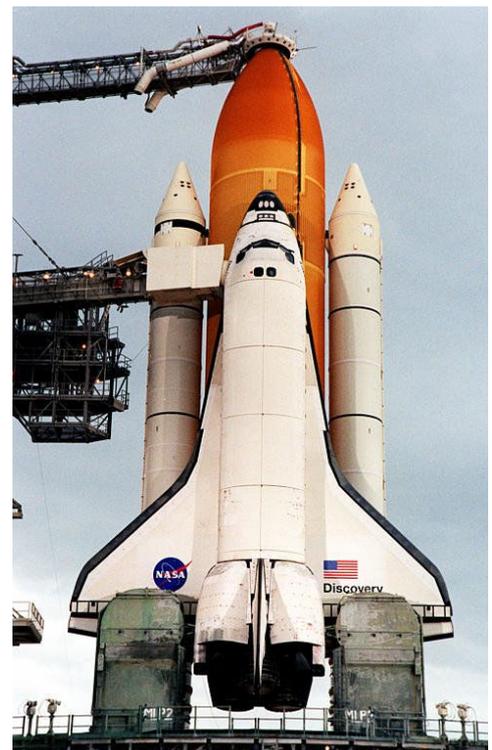
Spannweite: 23,8 m

Höhe: 14,1 m

Masse: 90 t

Nutzlastbucht: Länge 18,3 m, Durchmesser 4,6 m

Konstruktion: Orbiterzelle aus Aluminiumlegierungen; besonders beanspruchte Bereiche mit Titanverstärkung; Schutzverkleidung gegen Hitzeentwicklung beim Wiedereintritt (Spezialkeramikplatten an Spitze, Heck, Tragflächen und Unterseite, kohlefaserverstärkte Flügelnasenverkleidung, sonst Isolierfolie); Rumpfzelle in drei Abschnitte gegliedert: Vorderrumpf mit dreistöckiger Druckkabine für die Besatzung, Mittelrumpf mit Nutzlastbucht und angesetzten Deltaflügeln und Heckrumpf mit Leitwerk und Seitenruder sowie Verbindungsstellen zu den Haupt- und Manövriertriebwerken



Discovery mit Außentank und Feststoffboostern

www.raumfahrer.net

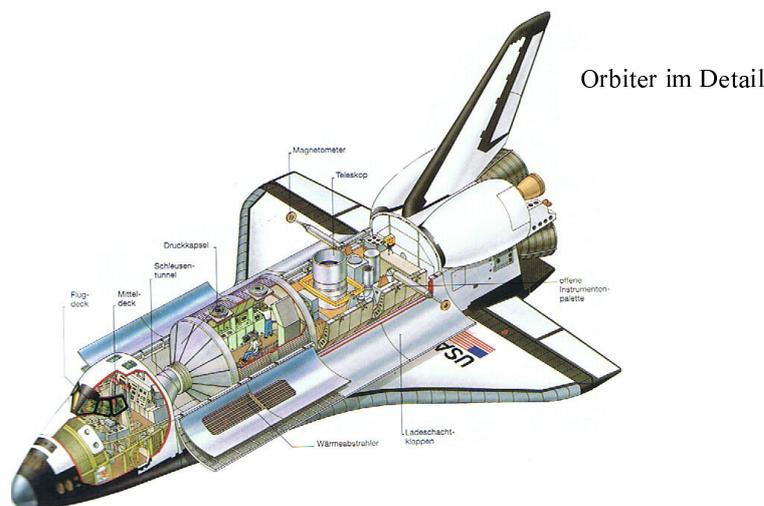
Haupttriebwerke: Drei Flüssigkeitsrakentriebwerke mit je 170 t Schub für die Startphase, im Heck integrierte Schubdüsen, betrieben mit Flüssigwasserstoff und Flüssigsauerstoff aus Außentank

OMS-Triebwerke: Zwei Steuertriebwerke (Orbitalmanövriersystem, OMS) mit je 2,7 t Schub für Lenkmanöver im Weltraum, betrieben mit Brennstoff und Distickstofftetroxid (Oxidationsmittel)

RCS-Triebwerke: Schubsteuerungssystem (Reaction Control System, RCS) mit 38 Kleindüsen auf beiden Seiten der Hauptschubdüsen und in der Spitze, betrieben mit Hydrazin und Distickstofftetroxid

Energieversorgung: Drei Brennstoffzellen für Versorgung mit elektrischer Energie, betrieben mit Wasserstoff und Sauerstoff, entstehendes Wasser auch zur Versorgung der Besatzung

Bemerkungen: Wiederverwendbarkeit. Der Orbiter mit der Besatzung und der Nutzlast an Bord ist der wichtigste Teil des Trägersystems Spaceshuttle. Im Startverbund sitzt er auf dem Rücken des externen Treibstofftanks, der von zwei Feststoff-Raketentriebwerken flankiert ist.



Feststoffrakentriebwerke (Solid Rocket Booster, SRB)

Länge: 45,5 m

Durchmesser: 3,7

Startmasse: 570 t

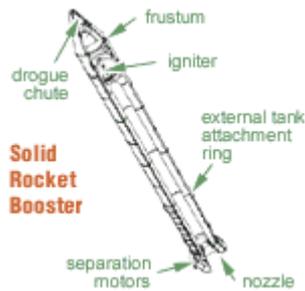
Startschub: 1.500 t

Treibstoffe: Aluminiumpulver (Brennstoff) und Ammoniumperchlorat (Oxidationsmittel)

Konstruktion: Elf übereinandergesetzte, 1,27 cm dicke Elemente aus hochfestem Stahl; Spitze mit Raum für Fallschirme; Heckverkleidungskonus; zwei Viererbündel Feststoffrakentrennmotoren an Spitze und hinterer Verkleidung zum Absprengen der ausgebrannten Feststoff-Triebwerke vom Außentank

Fallschirmsystem: Ein Hilfs-, ein Brems- und drei Hauptfallschirme (Durchmesser Hauptfallschirme 35 m)

Bemerkungen: Wiederverwendbarkeit. Die beiden am äußeren Treibstofftank angebrachten Feststoff-Booster-Triebwerke erzeugen über 70% des Startschubs. Zwei Minuten nach dem Start werden die ausgebrannten Triebwerke abgetrennt, gleiten an Fallschirmen zurück und werden aus dem Meer geborgen.



Booster im Aufbau und kurz nach Absprengung vom Shuttle
(www.raumfahrer.net/raumfahrt/spaceshuttle/technik/feststoffbooster)



Äußerer Treibstofftank

Länge: 47 m

Durchmesser: 8,4 m

Masse: 756 t

Fassungsvermögen: Flüssigwasserstofftank 1.450.000 l, 103 t; Flüssigsauerstofftank 541.500 l, 617 t

Konstruktion: Aluminiumtank mit Sauerstoffbehälter oben, Wasserstoffbehälter unten, verbunden durch ein zylinderförmiges Zwischenelement; Sauerstoffbehälter mit Dämpfungssystem als Schwappschutz; vier Trägervorrichtungen auf beiden Seiten für Befestigung der Feststoffraketen, drei an der Oberseite für Befestigung des Orbiters; zwei Anschlüsse für die Treibstoffzufuhrleitungen des Orbiters am unteren Tankende; 2,5 cm dicke, aufgesprühte Polyurethanschaum-Isolierschicht (orangebraun) als Kälteisolierung für die auf -253 °C gekühlten Tieftemperaturtreibstoffe

Bemerkungen: Keine Wiederverwendbarkeit. Der Außentank bildet als größtes Element des Spaceshuttle das Grundgerüst für die anderen Baugruppen: Der Orbiter ist auf einer Wand des Tanks aufgesetzt, und seitlich davon sind die beiden Feststoffraketen angebracht. Etwa achteinhalb Minuten nach dem Start wird er vom Orbiter abgesprengt und fällt in den Indischen Ozean. Der Tank ist der einzige Teil des Spaceshuttle, der nicht geborgen und wiederverwendet wird.



Tank nach Abtrennung vom Orbiter
(www.raumfahrer.net/raumfahrt/spaceshuttle/technik/derexternetank)

Telemanipulatorsystem

Das auf den Spaceshuttle-Einsätzen als "Kran" genutzte Telemanipulatorsystem (engl. Remote Manipulator System, RMS) ist ein in der Nutzlastbucht des Orbiters angebrachter Roboterarm, mit dessen Hilfe Lasten ein- und ausgeladen werden können. Das ferngesteuerte Bedienungs- und Greifwerkzeug wurde in Kanada vom Raumfahrtunternehmen Spar Aerospace entwickelt und gebaut. Erstmals mitgeführt wurde der Greifarm im November 1981 auf der zweiten Shuttle-Mission STS-2. Heute bildet er einen der wichtigsten Ausstattungselemente des Orbiters. Bei Spar Aerospace arbeitet man gegenwärtig an einer verbesserten Version des Telemanipulators für Bau, Bedienung und Wartung der Raumstation Alpha. Der 15,2 m lange und 38 cm dicke Telemanipulatorarm ist wie ein menschlicher Arm mit Gelenken versehen: Die schwenkbare Befestigung an der Nutzlastbucht entspricht der Schulter, das Gelenk in der Mitte dem Ellenbogen und das Greifelement der Hand. Das Greifelement ist mit beweglichen Drähten versehen, die sich um die speziell für diesen Zweck an der Nutzlast angebrachten Griffbügel legen. Am Mittelgelenk und am Greifelement sind zwei Fernsehkameras angebracht. Die Bilder werden auf zwei Bildschirmen übertragen, die sich rechts im hinteren Besatzungsraum des Orbiterflugdecks befinden. Dort bedient ein Astronaut den Roboterarm manuell über ein Steuerpult. Auf den Bildschirmen, durch die Fenster zur Nutzlastbucht und durch die oberen Beobachtungsfenster kann er dabei den Arm und die zu bewegende Nutzlast im Auge behalten. Der Telemanipulatorarm wiegt auf der Erde über 400 kg, im Weltraum lassen sich damit jedoch Lasten in der Größe eines Omnibusses präzise bewegen. Beim Satellitenstart wird er routinemäßig dazu eingesetzt, den Satelliten an seinen Griffen zu fassen, aus dem Nutzlastraum zu heben und auf der Umlaufbahn auszusetzen. Umgekehrt wird er auch dazu verwendet, Satelliten aus dem Weltraum zu bergen. Bei manchen Satelliten (wie den unbemannten Experimententrägern LDEF, Eureka und Hubble) wird eine nur vorübergehende Stationierung und die spätere Bergung bereits in der Konstruktion berücksichtigt. Der ferngesteuerte Greifarm erwies sich aber auch bei der Bergung von nicht dafür ausgerüsteten Satelliten als zweckmäßig: Bei der Mission STS-51A wurden erstmals zwei defekte Nachrichtensatelliten (Westar VI und Palapa B2) eingefangen und zurück zur Erde gebracht. Bei diesem Einsatz brachten die Astronauten zunächst einen Einsteckgriff am Satelliten an, den der Roboterarm dann problemlos ergreifen konnte. Bei solchen Tätigkeiten außerhalb des Raumfahrzeugs kann der Arm auch zu einer mobilen Arbeitsplattform umfunktioniert werden; dazu wird eine Fußstütze am Ende des Arms aufgesetzt

3. Flug eines Shuttles

1. Startvorbereitung

T minus	20 Minuten	Vorzündungs-Systeme werden vom Computer der Bodenstation kontrolliert
T minus	9 Minuten	Letzte Startvorbereitungen
T minus	31 Sekunden	Computer der Bodenstation aktiviert die automatische Startsequenz an Bord
T minus	6,6 Sekunden	Alle drei Haupttriebwerke werden in gestaffelter Reihenfolge alle 120 Millisekunden gezündet
T minus	3 Sekunden	Haupttriebwerke werden in Startposition gesetzt

2. Start und Aufstieg

T minus	0 Sekunden	Bordsysteme aktivieren die Zündung der Feststoff-Booster; Schublevel der drei Haupttriebwerke auf 100 % Schubkraft; Bodenstation-Startsequenz beendet; Abheben des Space Shuttles
T plus	20 Sekunden	Shuttle rollt von einer 180 Grad-Flugbahn auf eine 78 Grad-Flugbahn
T plus	26 Sekunden	Haupttriebwerke werden zu maximalem dynamischen Druck gedrosselt
T plus	60 Sekunden	Haupttriebwerke werden auf 104 % Schub hochgefahren
T plus	2:06 Minuten	Abtrennung der Feststoff-Booster
T plus	7:40 Minuten	Haupttriebwerke werden heruntergefahren, um das strukturelle Limit von 3 G (dreifache Erd-Gravitationskraft) nicht zu überschreiten
T plus	8:30 Minuten	Haupttriebwerk-Abschaltsequenz beginnt
T plus	8:33 Minuten	Haupttriebwerke werden auf 65 % Schubkraft heruntergefahren
T plus	8:40 Minuten	Abschaltung der Haupttriebwerke; automatische Abschaltsequenz bestätigt die Deaktivierung und aktiviert die Abtrennungssequenz des externen Tanks
T plus	8:58 Minuten	Externer Tank wird vom Orbiter abgetrennt

3. Flug im Orbiter

Orbit- Einflug	Orbitale Manövrier-Triebwerke zünden, um das Shuttle in eine kreisförmige Umlaufbahn zu befördern (ca. zwei Minuten nach Abschaltung der Haupttriebwerke)
Im Orbit	Führungs-, Navigations- und Kontrollsystem überprüfen Geschwindigkeit und Position des Orbiters; Türen der Nutzlastbucht öffnen sich, um Hitze abzugeben; Orbit-Flugkontrollen-Software reguliert orbitale Manövrier-Triebwerks-Zündung

4. Verlassen des Orbits und Wiedereintritt

Im Orbit	Führungs-, Navigations- und Kontrollsystem überprüfen Geschwindigkeit und Position des Orbiters; Türen der Nutzlastbuch öffnen sich, um Hitze abzugeben; Orbit-Flugkontrollen-Software reguliert orbitale Manövrier-Triebwerks-Zündung
Überprüfung vor Verlassen des Orbits	Einen Tag vor dem Verlassen des Orbits werden linke und rechte Düse des Haupttriebwerks neu positioniert, das Hydraulik-System wird aktiviert und überprüft und alle Cockpit-Displays und -Kontrollen werden gecheckt
Verlassen des Orbits	Schließen der Türen der Nutzlastbuch; der Orbiter rotiert um 180 Grad und das Manövrier-System bringt ihn auf einen Kurs in Richtung Erde Der Orbiter wird mit der "Nase" nach unten positioniert Das Shuttle erreicht die Atmosphäre in einer Höhe von 121,92 km
Eintrittsphase	Die Eintrittsphase beginnt fünf Minuten bevor das Shuttle wieder in die Atmosphäre eintritt in einer Höhe von 169,773 km Zwischen einer Höhe von 80,772 km und 49,377 km produziert das Shuttle durch die Reibung an der Erdatmosphäre so starke Hitze, dass die Kommunikation für 16 Minuten aussetzt Während der Eintrittsphase kontrolliert die Führungssoftware die Flugbahn und beeinflusst sie so, dass der Orbiter weder überhitzt noch der Druck an Bord zu hoch wird

5. Landung

Während des Abstiegs absolviert der Orbiter vier Manöver, welche ihn bremsen sollen. Wenn er sich der Landestelle auf 225 km nähert erhält der Orbiter Navigations-Unterstützung vom Taktischen Navigationssystem TACAN ("Tactical Air Navigation System"). TACAN unterstützt die Bord-Navigationssysteme und stabilisiert das Shuttle für den Rest des Fluges und insbesondere beim Anflug auf die Landebahn.

Während das Shuttle die Landung fortsetzt, wird seine Geschwindigkeit bis unter die dreifache Schallgeschwindigkeit gesenkt. Dann werden gleichzeitig zwei Luftproben an der Spitze des Orbiters analysiert. Damit wird noch einmal die Eigengeschwindigkeit, die Höhe, der Außendruck und die Windgeschwindigkeit überprüft.

Während eines normalen Landeanflugs übernehmen Flugkontrollcomputer ungefähr 40 km vor der Landung die Kontrolle über das Raumfahrzeug. Zu diesem Zeitpunkt verringert sich die Geschwindigkeit des Shuttles unter die Schallgeschwindigkeit, der Orbiter ist jetzt 15,2 km hoch.



Zu diesem Zeitpunkt übernimmt meist der Pilot die manuelle Steuerkontrolle um die Landung einzuleiten. Dabei ist ihm das "Microwave Scanning Beam Landing system" behilflich. Hierbei steuert der Pilot um einen imaginären Zylinder, um auf Kurs zu bleiben, der direkt auf die Landebahn zielt. Dabei dreht das Shuttle manchmal noch einen 6,4 km-Kreis über der Landebahn. Während des Kreisfluges sinkt die Flughöhe von 15,2 km auf ca. 3 km. Wenn der Kurs auf die Landebahn stimmt, beginnt das Shuttle einen steilen Sinkflug, der Neigungswinkel liegt dabei siebenmal tiefer als bei der Landung einer Verkehrsmaschine. Die Geschwindigkeit beträgt dabei das 20fache als die einer Passagiermaschine. Wird eine Höhe von 610 m erreicht, zieht der Pilot das Steuer hoch und vermindert die Geschwindigkeit zur Vorbereitung für das Aufsetzen auf der Rollbahn. Dabei fährt der Pilot auch das Fahrwerk aus. Nun ist der Orbiter „Ready for touch down“, dh bereit fürs Aufsetzen“. Wenn das Fahrwerk auf der Landebahn aufsetzt, liegt die Fallgeschwindigkeit nur noch bei 8 m/s, die Vorwärtsgeschwindigkeit beträgt jedoch noch 354 km/h. Nach dem Aufsetzen wird der Bremsfallschirm gezündet. Zeitgleich wird die Nase des Orbiters auf den Boden gedrückt. Der Bremsfallschirm wird daraufhin abgetrennt, damit er nicht auf beim Stillstand auf dem Shuttle landet.

4. Missionen

Hier werde ich die wichtigsten Missionen zeigen.

12. 04 1981: 1. Space Shuttle Mission eines wiederverwendbaren Raumtransporters mit der Columbia

11. 11 1982: STS-5: Die Columbia setzt mehrerer Nachrichtensatelliten aus.

24. 04 1990: STS-31: Die Discovery setzt das Hubble Teleskop aus, welches mehrmals Repariert werden musste

26. 07 2005: STS-114: Erste Reparatur eines Shuttles durch einen Astronauten im All als folge des Columbia Unglücks 2003

5. Die Shuttles

Enterprise OV – 101:

Das Shuttle wurde nach dem Raumschiff „Enterprise“ aus der bekannten Fernsehserie „Star Trek“ benannt. Eigentlich sollte es zu Ehren der damals gerade zweihundert Jahre alten Verfassung der USA auf den „Constitution“ getauft werden, eine Unterschriften-Aktion von *Star Trek* –Fans führte dann dazu, dass sich die NASA für diesen offensichtlich publikumswirksameren Namen entschied.

Der Orbiter wurde im September 1976 von *Rockwell International* in Palmdale, Kalifornien fertiggestellt

(1996 wurde der Luftfahrt- und Raumfahrt- sowie der Verteidigungsbereich des Unternehmens von Boeing gekauft).



www.wikipedia.de/
Space Shuttle

Vier Monate später wurde er zum nahegelegenen *Dryden Flight Research Center* geschleppt, um umfassend getestet zu werden.

Zu den Tests gehörten 13 Landungen, welche die *Enterprise* mit Hilfe einer umgebauten *Boeing 747* absolvierte, auf die sie montiert worden war.

Am 12. August 1977 kehrte der Orbiter vom ersten freien Flug mit zwei Piloten an Bord erfolgreich zurück. Vorher wurde ein 7.000 Meter tiefer Gleitflug durchgeführt.

Nach weiteren vier Gleitflügen war die Überprüfung der aerodynamischen Eigenschaften des Orbiters abgeschlossen. Man hatte keine Mängel feststellen können.

1978 begann man mit Schwingungsprüfungen im *Marshall Flight Center* in Huntsville, Alabama. Im Frühjahr 1979 wurde die *Enterprise* im Kennedy Space Center mit Treibstofftank und Boostern verbunden um die Startmontage zu erproben. Am 1. Mai 1979 wurde der Orbiter aus der Montagehalle gerollt. Nach dem Jungfernflug der *Columbia* hatte man für die *Enterprise* keine Verwendung mehr. Nur auf Raumfahrtausstellungen wurde sie noch von Zeit zu Zeit präsentiert. Unter anderem landete das aus der *Boeing 747* und der *Enterprise* bestehende Doppelpack Pfingsten 1983 auch auf dem Kölner Flughafen, wo es von tausenden Besuchern bestaunt wurde.

Columbia OV – 102:

Die *Columbia* ist der älteste Orbiter der Shuttle-Flotte und wurde nach einer Korvette von Bosten, Massachusetts benannt. Vier Schwesterschiffe kamen in den kommenden zehn Jahren zur Flotte dazu: Die *Challenger* 1982, die jedoch vier Jahre später zerstört wurde; 1983 die *Discovery*; 1985 die *Atlantis*; und die *Endeavour*, die als Ersatz für die *Challenger* 1991 gebaut wurde. Ein Testschiff, die *Enterprise*, wurde für suborbitale Verfahren und Landetests benutzt, flog jedoch nie ins All. Alle Schwesterschiffe der *Columbia* haben einen mindestens genauso ehrenvollen Stammbaum von Vorfahren.

Die *Columbia* war der erste Serien-Orbiter, der sich einem festgelegten Inspektions- und Verbesserungsprogramm unterzog. Am 10. August 1991 wurde sie nach der Vollendung der Mission *STS-40* zur *Rockwell International*-Werksanlage in Palmdale, California gebracht. Der älteste Orbiter der Flotte unterzog sich ungefähr 50 Modifikationen. Unter anderem wurde er mit Karbon-Bremsen ausgestattet sowie einem Bremsschirm und einer verbesserten Steuerung des Rads an der Nase. Außerdem wurde die Entwicklungsfluginstrumentierung entfernt und das thermale Schutzsystem verbessert. Der Orbiter kehrte am 9. Februar 1992 zum Kennedy Space Center zurück und begann die Vorbereitungsphase für die *STS-50*-Mission im Juni des Jahres.



www.wikipedia.de/
Space Shuttle

Am 8. Oktober 1994 wurde die *Columbia* für ihre erste *Orbiter Maintenance Down Period (OMDP)* ein weiteres Mal nach Palmdale transportiert.

Diese Orbiter Modifikation und Aufpolierung sollte ungefähr sechs Monate dauern (Referenz *KSC*-Presseveröffentlichung 113-94 und Shuttle Status-Report 10/10/94).

Am 24. September wurde die *Columbia* für ihre zweite *OMDP* nach Palmdale gebracht. Dort führten die Arbeiter mehr als 100 Modifikationen an dem Raumschiff durch. Die *Columbia* ist der zweite Orbiter, der mit dem multifunktionalen elektronischen Anzeigesystem ("multi-functional electronic display system", kurz *MEDS*), dem sogenannten "Glasscockpit" ausgestattet ist.

Ein Jahr vorher wurden die farbigen Flachbildschirme bereits im Flugdeck der *Atlantis* während einer *OMDP* installiert. Das neue System verbessert die Interaktion der Crew mit dem Orbiter während des Fluges und reduziert die hohen Kosten die entstanden wären, wenn man die veralteten elektromechanischen Cockpit-Bildschirme behalten hätte, die vorher an Bord gewesen sind.

Am 1. Februar 2003 verunglückte die *Columbia* bei der Rückkehr von der Forschungsmission *STS-107*. Beim Wiedereintritt brach die Raumfähre in über 60.000 Metern Höhe auseinander. Danach gingen Trümmerteile zur Erde nieder. Alle sieben Astronauten an Bord, darunter auch ein Israeli, kamen ums Leben.

Challenger OV – 009:

Der zweite für den Einsatz im All gebaute Orbiter *Challenger* diente nach seiner Fertigstellung zunächst fast ein Jahr lang bei Schwingungsprüfungen als Testobjekt, bis er 1983 seinen Erstflug absolvierte. Die *Challenger* wurde nach einem U.S.Navy-Forschungsschiff benannt. Schon die Mondlandefähre von *Apollo 17* trug diesen Namen. Der Jungfernflug verzögerte sich um zehn Monate, nachdem Probleme mit den Haupttriebwerken und der Nutzlast entdeckt worden waren. Am 4. April 1983 war es aber endlich soweit, die *Challenger* hob zu ihrem Erstflug ins All ab. Die Geschichte der *Challenger* nahm aber einen tragischen Lauf, denn sie absolvierte nur zehn Flüge.

Am 28. Januar 1986 explodierte die *Challenger* 73 Sekunden nach dem Start. Es hatte sich der bis dahin schwerste Unfall in der Geschichte des Space Shuttles ereignet. Dabei wurde die *Challenger* vollständig zerstört, sechs Astronauten und eine Zivilistin an Bord kamen ums Leben.

Während eines Raumfluges war zuvor noch nie ein US-Astronaut gestorben. In ihren zehn Flügen verbrachte die *Challenger* 69 Tage im All und umrundete dabei 987 Mal die Erde. Auf diesen Flügen wurde unter anderem der erste Bahnverfolgungs- und Datenübertragungssatellit ausgesetzt und ein neuer Shuttle-Raumanzug getestet.



[www.wikipedia.de/
Space Shuttle](http://www.wikipedia.de/Space Shuttle)

Auf dem Flug *STS-7* war Sally Ride die erste Amerikanerin im Weltraum. Mit *STS-8* gelang das erste Mal ein Nachtstart und eine Nachtlandung. Die *Challenger* setzte als erste Raumfähre im *Kennedy Space Center* auf. Während der vorangegangenen Mission entfernte sich der Astronaut Bruce McCandless als erste Astronaut ohne Sicherungsleine 30 Meter vom Orbiter. Später unternahm Kathryn Sullivan als erste Amerikanerin einen Weltraumspaziergang.

Auf drei *Challenger*-Raumflügen im Jahr 1985 bildete das Weltraumlabor *Spacelab* die Nutzlast, in der wissenschaftliche Experimente unter anderem auch mit mitgeführten Tieren durchgeführt wurden. Während der Mission *STS-61A* führte die *Challenger* das Raumlabor *Spacelab D1* mit sich. Diese Mission wurde hauptsächlich von der Bundesrepublik finanziert. Am 28. Januar 1986 fand der letzte Flug der vorher so erfolgreichen *Challenger* statt. Mit an Bord war die Lehrerin Christa McAuliffe, die erstmals Kinder vom Weltraum aus Unterrichten sollte.

73 Sekunden nach dem Start explodierte die *Challenger*, Richard Scobee, Michael Smith, Judith Resnik, Ellison Onizuka, Ronald McNair, Gregory Jarvis und Christa McAuliffe kamen ums Leben. Weltweit wurde die Nachricht mit tiefer Erschütterung aufgenommen und auch bei der NASA sollte

die *Challenger*-Katastrophe tiefgreifende Konsequenzen haben.

Die Nachuntersuchung

Nach der Katastrophe beauftragte Präsident Ronald Reagan eine Kommission mit der lückenlosen Aufklärung des Vorfalls. Im Juni 1986 liegt ein erster Bericht vor. Poröse Dichtungen am rechten Feststoffbooster waren die Ursache für das Desaster. Die NASA war offenbar von ihrem Grundsatz "safety first" abgewichen, denn man hatte eine Reihe von Sicherheitsvorschriften missachtet. Eigentlich hätte die *Challenger* an diesem Januartag gar nicht starten dürfen, denn am Morgen hatte Frost in Cape Canaveral geherrscht. Bilder von langen Eiszapfen belegen dies. Aufgrund der Kälte und der plötzlich durch die Triebwerkszündung einsetzenden Erwärmung wurden die Gummidichtungen am Booster poröse und ein Leck bildet sich. Es ist bereits eine Rauchfahne auf Bildern vor dem Start erkennbar. Nach dem Abheben ist das Schicksal der Astronauten und der *Challenger* besiegelt, denn das Leck erweitert sich und wenig später schlagen Funken auch auf den Haupttank über, der mit flüssigem Sauerstoff gefüllt ist. Als der Tank Feuer fängt, wird die heftige Explosion ausgelöst und Trümmer des Space Shuttles über die Bucht verteilt. NASA-Taucher sammeln noch monatelang Teile der *Challenger* aus dem Wasser. Im März 1986 findet sich auch das Cockpit mit den sterblichen Überresten der Insassen.

Konsequenzen

Nach dem Unglück wurde ein generelles Startverbot für die Shuttle-Flotte ausgesprochen. Fast zweieinhalb Jahre lang arbeitete man an Verbesserungen, die den Start sicherer machen sollten. Die wichtigste Änderung war die vollständige Überarbeitung der Feststoffbooster. Über 2.000 Änderungen wurden am Shuttle-System ausgeführt, so zum Beispiel eine Notausstiegs Luke am Orbiter. Ab sofort mussten die Astronauten wieder Druckanzüge bei Start und Landung tragen. Außerdem wurde das Shuttle aus dem kommerziellen Satellitengeschäft zurückgezogen, das wieder auf unbemannte Trägerraketen übertragen wurde. Im August 1987 wurde der Bau einer Ersatzfähre für die *Challenger* in Auftrag gegeben und 1991 wurde die *Endeavour* fertiggestellt. Am 29. August 1988 startete mit der *Columbia* zum erstenmal nach dem Unglück wieder ein Space Shuttle ins All. Bis zum Januar 2003, als die *Columbia* beim Landeanflug auseinander brach, kam es zu keinen weiteren Shuttle-Unglücken.

Discovery OV – 103:

Die *Discovery*, der dritte Orbiter, der vom *Kennedy Space Center* aus startete, ist nach einem der beiden Schiffe benannt, das der britische Entdecker James Cook um 1770 während seiner Reise durch den Südpazifik nutzte, als er Hawaii entdeckte. Zu seinen Schiffen gehörte auch die *Endeavour*, nach dem der neuste Orbiter der NASA benannt wurde.

Außerdem erkundete Cook mit der *Discovery* die Küste von Süd-Alaska und Nordwest-Kanada. Während des amerikanischen Unabhängigkeitskriegs erhielt die *Discovery* als britisches Schiff besonderen Schutz aufgrund seiner wissenschaftlichen Bedeutung.

Auch andere berühmte Schiffe trugen den Namen *Discovery*. So erkundete Henry Hudson die später nach ihm benannte Hudson Bay in Kanada mit seiner *Discovery*. Außerdem versuchte Hudson 1610 und 1611 eine Nordwestpassage vom Atlantik in den Pazifik zu finden. Ein anderes, einem Walfänger

ähnliches Schiff nutzte die *British Royal Geographical Society*, um eine Expedition in die Antarktis zu starten, die 1904 beendet wurde. Das Schiff



www.wikipedia.de/
Space Shuttle

existiert noch heute und wird von der britischen Vereinigung aufbewahrt.

In den heutigen Tagen der Shuttle-Operationen, gibt man den Orbitern einen etwas prosaischeren Namen. *Discovery* wird üblicherweise als *OV-103* bezeichnet, was für "Orbiter Vehicle - 103" steht. Das Leergewicht des Shuttles betrug kurz vor der Fertigstellung 151.419 Pfund (ca. 68,7 Tonnen), und mit eingebauten Haupttriebwerken 171.000 Pfund (ca. 77,6 Tonnen).

Erweiterungen und Merkmale

Die *Discovery* profitierte von den Erfahrungen, die man beim Bau und Testen der *Enterprise*, *Columbia* und *Challenger* gelernt hatte. Bei der Fertigstellung wog sie 6.870 Pfund weniger als die *Columbia*. Die beiden Orbiter *Challenger* und *Discovery* wurden im *Kennedy Space Center* so modifiziert, dass sie die Oberstufe der *Centaur*-Trägerrakete in ihrer Nutzlast-Bucht aufnehmen können. Dazu gehörten unter anderem extra Treibstoffrohre, um die Flüssigtreibstoffe der *Centaur* an Bord pumpen und Kontrollen im Achtern-Flugdeck, um die *Centaur* überwachen zu können. Doch es wurde nie ein Start mit der *Centaur*-Stufe von einem Shuttle aus durchgeführt, denn nach dem Verlust der *Challenger* entschied man, es sei ein zu großes Risiko, ein Shuttle mit betankter Raketenstufe in der Ladebucht zu starten.

Atlantis OV – 104:

Die *Atlantis*, der vierte einsatzbereite Orbiter im *Kennedy Space Center*, wurde nach dem wichtigen Forschungsschiff des *Woods Hole Oceanographic Instituts* in Massachusetts benannt, das von 1930 bis 1966 im Einsatz war. Das Schiff war 460 Tonnen schwer und das erste US-Gefährt, das zur ozeanographischen Forschung genutzt wurde. Es war eines der letzten großen Segelschiffe in einer Zeit, in der immer mehr Dampf- und Dieselschiffe die Wasserwege eroberten.

Die aus Stahl gefertigte Hülle des Schiffs war ungefähr 140 Fuß lang und 29 Fuß breit um ihr Stabilität zu geben. Sie bot einer 17-köpfigen Crew sowie fünf Forschern Platz. Das Forschungsteam arbeitete in zwei Laboratorien an Bord und untersuchte Wasserproben und die Meeresflora, die durch zwei große Seilwinden an die Oberfläche gebracht wurden. Die Wasserproben, die in verschiedenen Tiefen gemacht wurden, gaben Hinweise auf den Fluss der Meeresströmungen. Die Crew benutzte außerdem das erste Schallgerät zur Kartographierung des Meeresgrunds.

Das Raumschiff *Atlantis* hat denselben Geist wie das Segelschiff mit vielen eigenen wichtigen Reisen, unter anderem die *Galileo Planetary Explorer Mission* im Jahre 1989 und die Aussetzung des *Arthur Holley Compton* Gammastrahlen-Observatoriums 1991.

In den heutigen Tagen der Shuttle-Operationen, gibt man den Orbitern einen etwas prosaischeren Namen. *Atlantis* wird üblicherweise als *OV-104* bezeichnet, was für "Orbiter Vehicle - 104" steht. Das Leergewicht des Shuttles betrug kurz vor der Fertigstellung 151.315 Pfund (ca. 68,3 Tonnen), und mit eingebauten Haupttriebwerken 171.000 Pfund (ca. 77,6 Tonnen).

Erweiterungen und Merkmale

Die *Atlantis* profitierte von den Erfahrungen, die man beim Bau und Testen der *Enterprise*,



www.wikipedia.de/Space Shuttle

Columbia und *Challenger* gemacht hatte. Bei der Fertigstellung wog sie 6.974 Pfund weniger als die *Columbia*.

Außerdem verringerten die gemachten Erfahrungen im Shuttle-Bau die Arbeitsstunden um 49,5 Prozent (im Vergleich zur *Columbia*). Das ist vor allem auf die Nutzung von Hitzeschild-Decken am oberen Teil des Orbiters anstatt von kleinen Kacheln zurückzuführen. Während der Konstruktion der *Discovery* und der *Atlantis* entschied sich die NASA dazu, die verschiedenen Hersteller "strukturelle Ersatzteile" anfertigen zu lassen, um die Reparatur im Falle eines Unfalls zu erleichtern.

Der Vertrag hatte insgesamt einen Wert von 389 Millionen Dollar und bestand aus Ersatzteilen für den hinteren und den mittleren Rumpf, sowie vordere Rumpfhälften, vertikale Ruder, Flügel und Klappen. Diese Ersatzteile wurden später für die *Endeavour* benutzt. Die *Atlantis* wurde wegen Verbesserungen und Anpassungen nach Kalifornien verschifft. Diese Modifikationen beinhalteten einen Brems-Fallschirm, neue Rohre und Verkabelungen die eine längere Haltbarkeit garantierten, mehr als 800 neue Hitzeschild-Kacheln und -Decken, eine neue Isolation für die Fahrwerkklappen und strukturelle Modifikationen am Flugwerk der *Atlantis*. Insgesamt wurden 165 Änderungen in den 20 Monaten ausgeführt, in denen die *Atlantis* in Palmdale, Kalifornien war.

Endeavour OV – 105:

Die *Endeavour*, der neuste der vier NASA-Orbiter, ist nach dem ersten Schiff des britischen Entdeckers James Cook benannt. Auf der Jungfernfahrt der *Endeavour* im August 1768 segelte Cook in den Südpazifik. Er beobachtete den seltenen Flug der Venus über die Sonnenscheibe und zeichnete ihn auf. Die Bestimmung der Dauer des Venus-Vorbeiflugs sollte dabei helfen, die Entfernung zwischen Erde und Sonne zu errechnen, eine der wichtigsten Größen zur Erklärung kosmologischer Fragen. 1769 kartographierte Cook als erster ganz Neuseeland und erkundete die Ostküste Australiens. Daraufhin durchfuhr er das *Great Barrier Reef* und segelte nach Hawaii.

Cooks Reise begründete den Nutzen von wissenschaftlichen Expeditionen. Während der Reise entdeckten die mit Cook segelnden Naturforscher Joseph Banks und Carl Solander zahlreiche neue Tier- und Pflanzenarten. Die *Endeavour* und ihre Crew vollzogen außerdem die erste weite Seereise, auf der kein Besatzungsmitglied an Vitamin C-Mangel ums Leben kam. Cook wird angerechnet, dass er als erster Kapitän erkannte, dass die Verabreichung von Kresse, Sauerkraut und Orangenextrakt eine Heilung von Skorbut zur Folge hat und ihr vorbeugt.

Die *Endeavour* war mit 368 Tonnen eher klein. Sie war 100 Fuß (ca. 30 Meter) lang und 20 Fuß (ca. 6 Meter) breit. Die *Endeavour* endete auf einem Riff nahe von Rhode Island.

Zu Beginn erdachten Grund- und Oberstufenschüler in einer landesweiten Aktion den Namen des neuen NASA-Orbiters. 1989 gab Präsident George Bush den Namen offiziell bekannt. Der Space Shuttle Orbiter *Endeavour* wurde im Mai 1991 zum *Kennedy Space Center* transportiert. Auf seiner ersten Mission im Mai 1992 wurde in einer dramatischen Rettungsaktion ein gestrandeter Kommunikationssatellit geborgen. In den heutigen Tagen der Shuttle-Operationen gibt man den Orbitern einen etwas prosaischeren Namen. Die *Endeavour* wird üblicherweise als *OV-105* bezeichnet, was für "Orbiter Vehicle - 105" steht. Das Leergewicht des Shuttles betrug kurz vor der Fertigstellung 151.205 Pfund (ca. 68,2 Tonnen), und mit eingebauten Haupttriebwerken 172.000



www.wikipedia.de/
Space Shuttle

Pfund (ca. 78 Tonnen).

Erweiterungen und Merkmale

Zu den Merkmalen der *Endeavour* gehören neue Hardwareentwürfe und eine verbesserte Leistungsfähigkeit des Orbiters. Der größte Teil der neuen Ausstattung der *Endeavour* wurde in späteren Reparaturphasen auch in die anderen drei Orbiter integriert. Zu den wichtigsten Neuerungen gehören:

Ein Bremsfallschirm mit ca. 12 Metern Durchmesser, der die Ausrollstrecke des Orbiters nach der Landung von etwa 600 Meter auf etwa 300 Meter senkt.

Modifikationen, die dem Orbiter einen maximal 28-Tage-Aufenthalt im All erlauben.

Verbesserte Bordelektronik, dazu gehören neue Vielzweckcomputer, verbesserte Trägheits-Messgeräte, ein taktisches Luft-Navigationssystem und weitere Hightech-Elektronik.

Eine verbesserte Version der Hilfsstromversorgung, die die Funktion der Hydrauliksysteme im Shuttle sichert.

6. Zusammenfassung

Das Space Shuttle ist letztendlich ein günstiger aber zugleich auch nicht ganz ungefährlicher Raumtransporter wie die beiden Unglücke der Challenger und der Columbia zeigen. Trotz dem ist es anderen Raumfahrzeugen, wie etwa der europäischen Ariane Trägerrakete, überlegen da es Lasten nicht nur von der Erde in den Weltraum befördern kann, sondern auch wieder zurück. Des weiteren sind die Astronauten mit Hilfe des Shuttles fähig Satelliten oder das Hubble Teleskop im All reparieren zukönnen. Daher denke ich ist es schade das man nach dem Shuttle wieder auf normale Raketen umsteigt und nicht versucht das Space Shuttle Programm weiter auszubauen.

7. Literaturnachweis:

www.wikipedia.de
www.raumfahrer.net
Das All – Enzyklopädie

Selbstständigkeitserklärung:

Hiermit erkläre ich,

Christian Wahl, Kl. 9b

dass die vorliegende Arbeit nur unter der Verwendung der angegeben Literatur und von mir selber erstellt worden ist.