

# Einblicke in die japanische Raumfahrt (1. Teil)

Die Entwicklung der japanischen Raumfahrt begann so wie bei den anderen Nationen auch in den Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg. Im Unterschied zu anderen Staaten vollzog sich die Entwicklung der Raumfahrt aber auf zwei getrennten Wegen. Die ISAS (Institute of Space and Astronautical Science) der Universität Tokio ist vor allem für wissenschaftliche Aufgaben zuständig, hat aber dafür auch eine Reihe von Feststoffraketen entwickelt. Die NASDA (National Space Development Agency of Japan)

hat ihren Aufgabenbereich in der Entwicklung von Raumfahrttechnologien und Anwendungssatelliten. Darüber hinaus ist die NASDA für die Forschungsplattform SFU und das bemannte Raumfahrtprogramm zuständig. Neben den eigenständig entwickelten Trägerraketen und verschiedenen Raumflugkörpern nimmt Japan auch am ISS-Programm teil und hat im Rahmen des US-Shuttle-Programmes auch bereits eigene Astronauten ins Weltall geschickt.

Die NASDA wurde im Oktober 1969 gegründet, nachdem das entsprechende Gesetz im Juni dieses Jahres verabschiedet wurde. Zunächst setzte diese Raumfahrtagentur auf den Lizenzbau von amerikanischen Trägerraketen, erst später wurden daraus eigene Großraketen entwickelt. Die ISAS entwickelte hingegen ihre Feststoff-Höhenforschungsraketen weiter und konnte damit bereits 1966 versuchen, einen kleinen japanischen Erdsatelliten zu starten. Die ersten „Bleistiftraketen“ wurden Schritt für Schritt weiterentwickelt. Daraus entstanden dann die Raumfahrt-raketen der L (Lambda)- und M (My)-Serie.

Die beiden Startgelände von ISAS und NASDA liegen nicht weit voneinander entfernt im Süden Japans. Die ISAS schießt ihre Feststoffraketen vom Kagoshima Space Center in den Weltraum, während die NASDA ihre Großraketen vom Tanegashima Space Center startet. Beide Organisationen sind aber durch die rigiden japanischen Fischereirechte stark gehandikapt. Japan, ein traditionelles Fischereiland, muß in all seinen Aktivitäten auf die Rechte der Fischerei-Industrie Rücksicht nehmen. Das wirkt sich besonders hemmend auf die Startaktivitäten der Raumfahrtorganisationen aus. Hier führen die Rechte nämlich dazu, daß nur zwei Startfenster für die Aktivitäten von NASDA und ISAS verbleiben. Diese liegen einmal im Winter, von Mitte Januar bis Ende

Februar, und dann im Sommer, von Ende Juli bis Ende September. Nur im Lambda 4S-Programm gab es bislang zwei Ausnahmen.

Damit werden die japanischen Raumfahrtaktivitäten in ihren Möglichkeiten stark eingeschränkt. Eine starke kommerzielle Ausrichtung wie mit dem ESA-Startzentrum in Südamerika ist daher kaum möglich. Trotzdem gibt es ehrgeizige Pläne bis zum Aufbau einer eigenen Forschungsstation auf dem Mond. Neben diesen Einschränkungen ist aber auch die derzeitige wirtschaftliche Situation von Japan nicht gerade förderlich für ein besonders forciertes Raumfahrtprogramm.

## Bleistift- und Baby-Rakete

Am Anfang der Raketenentwicklung standen die bereits erwähnten Bleistiftraketen. Diese waren anfangs nur 23cm lang und dienten als erste Versuchsobjekte. Nach dem Zweiten Weltkrieg stand Japan unter Militärverwaltung und alle gefährlichen Forschungen waren verboten. Erst 1952 wurden diese Beschränkungen aufgehoben. Das Institut für Industrowissenschaften an der Universität Tokio unter Professor Hideo Itogawa unternahm hier erste Aktivitäten, um den Vorsprung der anderen Nationen aufzuholen. Das Ziel war am Anfang eigentlich die Entwicklung eines Überschallflugzeuges für die Überwindung der Distanz zwischen Japan und den USA. Dazu wurde die AVSA



Figure : Horizontal test firing of Pencil Rocket



Figure : Tree Pencil Rocket Types

Fotos: NASDA-Homepage

(Avionics and Supersonic Aerodynamics) Study Group gegründet.

Zwischen März und April 1955 wurden 29 dieser winzigen Bleistiftraketen in einem horizontalen Testgraben bei Tokio gestartet. Später erreichten Raketen dieser Bauart Höhen von bis zu 600m. Der nächste Raketentyp mit einer Länge bis zu einem Meter wurde als „Baby-Rakete“ bezeichnet. Er wurde ebenso wie sein Vorgänger mit festen Treibstoffen, einem Gemisch von

Nitroglyzerin und Nitrozellulose, betrieben. Die Baby-Rakete hatte bereits zwei Stufen. Noch im Jahre 1955 wurden insgesamt 36 Stück dieses Typs getestet und eine Rekord-Gipfelhöhe von 6 Kilometer wurde erreicht. Dabei wurden schon Kameras eingebaut und Telemetrie-Daten übertragen.

### Höhenforschungsrakete Kappa

Ein wichtiges Ziel der AVAS-Gruppe war auch die Teilnahme am dritten Geophysikalischen Jahr 1958. Im Rahmen dieses internationalen Projektes sollte die Erde umfassend beobachtet und erforscht werden. Dazu war eine geeignete Höhenforschungsrakete notwendig mit einer Mindest-Gipfelhöhe von 100 Kilometern. Gezielte Weiterentwicklungen der ursprünglichen Typen führten zu den Alpha-, Beta- und Kappa-Raketen. Aber erst die sechste Typenreihe der AVAS, genannt Omega, war für die geforderte Höhe von 100 Kilometer geplant. Um aber das Internationale Geophysikalische Jahr nicht zu verpassen, mußten Erfolge

früher erzielt werden. Dazu sollte die Kappa-Rakete modifiziert werden. Im Rahmen dieser Modifikationen wurden Versuche mit einer innovativen gekühlten Düse und einem neuen Treibstoff unternommen. Mit Hilfe des komplett neuartigen Komposit-Feststoff-Motors konnte dann die Kappa-6-Rakete im Jahre 1958 die Höhe von 60 Kilometer erreichen. Dies war gerade noch ausreichend für die Gewinnung der gewünschten Forschungsergebnisse. Die erzielte Höhe war sogar vergleichbar mit ähnlichen Ergebnissen in den USA, der UdSSR und Großbritannien.

### Der Weg zum ersten Satelliten

Das nächste Ziel der japanischen Forscher war der Start eines eigenen Erdsatelliten. Dazu ist neben der entsprechenden Höhenreichweite auch ein passendes Startgelände notwendig. Nachdem es in Akita, dem bisherigen Startgelände zu einem Zwischenfall gekommen war, wurde ein neues Startgelände in der Kagoshima-Prefektur gefunden. Der Uchinoura-Startplatz wurde am 2. Februar 1962 eingeweiht. Zwei Jahre später wurde das bisherige Industriewissenschaftliche Institut in ISAS (Institute of Space and Astronautical Science) unbenannt.

Bevor es aber weiterging, gab es eine Reihe von Schwierigkeiten zu überwinden. Bei den Starts mit der Lambda-4S-Rakete kam es zu vier aufeinander folgenden Fehlstarts. Auch mit der lokalen Fischerei-Vereinigung scheiterten die Verhandlungen und die Versuche wurden 1967 vorläufig eingestellt. Erst im September 1968 konnte eine Übereinkunft erzielt werden. Am 11. Februar 1970 glückte dann der historische Flug der Lambda 4S-5 und der Satellit mit dem Namen „Ohsumi“ wurde in einer Erdumlaufbahn ausgesetzt. Damit war Japan das vierte Land auf der Erde, daß aus eigenen Kräften einen Satelliten erfolgreich in einer Umlaufbahn plazieren konnte.



Der Start des ersten japanischen Satelliten mit einer Lambda 4S-5-Rakete am 11. Februar 1970. Foto: NASDA-Homepage

### Weitere ISAS-Raketen

Die Raketen der ISAS wurden ständig weiterentwickelt. Im selben Jahr wie der erste Satellitenstart wurde im September bereits die nächste Generation, die M4-S-Rakete, getestet. Dieser erste Versuchsträger der neuen Typenreihe hatte nicht einmal eine Steuerungseinheit an Bord und wurde nur durch die Erdgravitation gelenkt.

In den Folgejahren wurden diese Trägerraketen aber weiterentwickelt zu einer dreistufigen Ausführung. Auch ein entsprechendes Lenksystem wurde hinzugefügt. Diese Entwicklungen gingen eher langsam voran und mündeten schließlich in der M-3C mit einem Durchmesser von 1,4 Meter und einer Länge von 20 Metern. Später folgten größere Typen wie die M-SH und die M-3S.

Im Jahre 1985 gelang einer Rakete der Mu-Serie ein großer Erfolg mit dem Start der Halley-Kometensonde. Das war auch das erste Mal, daß es gelang, mit einer Feststoffrakete die Fluchtgeschwindigkeit der Erde zu übertreffen. Diese M-3S-Rakete hatte nun bereits eine Länge von 27 Metern und eine Nutzlastkapazität von 770 Kilogramm.

Insgesamt wurden mit der Mu-Serie bereits mehr als 20 Satelliten und Sonden gestartet. Darunter waren die Röntgen-Satelliten „Hakucho“, „Hinotori“ und „Ginga“. Dazu gehörte auch „Akebono“ zur Beob-



Foto: NASDA-Homepage



Foto: NASDA-Homepage

achtung der Aurora und „Hiten“ zur Erforschung der Swing-By-Technik. Damit hat diese Raketenreihe beträchtlich zu den japanischen Erfolgen im Weltraum beigetragen.

Aber trotzdem geht die Entwicklung noch weiter. Die letzte in dieser Reihe ist derzeit die M-V. Diese dreistufige Rakete hat eine Länge von über 30 Metern, einen Durchmesser von 2,5 Metern und eine Nutzlastkapazität von 1,8 Tonnen. Die M-V soll die ISAS in das neue Jahrtausend führen und noch viele Satelliten und Raumsonden starten.

### Parallelentwicklungen

Zusätzlich zu den Aktivitäten der ISAS wurde das National Space Activities Council gegründet. Die entsprechende Forschungsorganisation war das „Science and Technology Agency's Institute of Aeronautics Technology“. Dieses wurde 1963 in National Aerospace Laboratory (NAL) unbenannt. Verantwortlich war diese Organisation für alle Forschungen auf dem Gebiet der Luftfahrt inklusive Flugzeuge, Triebwerke und Raketen. 1964 wurde dann



Das Tsukabu Space Center, die Zentrale der NASDA. Foto: NASDA-Homepage.

von der Science and Technology Agency das National Space Development Center (NSDC) gegründet. Dieses wurde dann später durch die NASDA ersetzt.

Eines der Hauptziele dieser Organisationen war die Entwicklung einer Flüssigkeitsrakete. Die erste Experimentalrakete war die LS-A. Es war noch eine Kombination aus einer Feststoff- und einer Flüssigkeitsstufe. Da die Feststoffstufe nicht rechtzeitig

eintraf, wurde die Flüssigkeitsstufe alleine gestartet. Der Start mißlang, was aber kein Wunder war, da die Auslegung auf zwei Stufen war. Später wurde die LS-A doch noch in der geplanten Ausführung erfolgreich getestet und zur LS-C weiterentwickelt. Zusätzlich wurden Feststoffraketen der Serien NAL-7 und NAL16 sowie die S-Serie mit den SA- und SB-Raketen entwickelt.

### Eine neue Phase der Raketenentwicklung in Japan

Im Jahre 1968, ebenfalls nach Verhandlungen mit den Fischern, wurde das neue Raumfahrtzentrum Tanegashima eröffnet. Vorher waren die Versuche auf einem Testgelände der Japanischen Selbstverteidigungskräfte durchgeführt worden. Ein Jahr später entstand auch die heutige NASDA (National Space Development Agency of Japan).

Das Ziel war die Entwicklung einer geeigneten Trägerrakete und der Start eines brauchbaren Satelliten innerhalb von fünf Jahren. Das Q-Projekt plante eine Startrakete für eine Masse von 150 Kilogramm in einen 1.000 Kilometer-Orbit bis 1972. Im Rahmen des N-Projektes sollte ein geostationärer Satellit von 100 Kilogramm Masse bis 1974 gestartet werden. Daraus entstanden Raketen-Projekte wie LS-C, NAL25, NAL31 und JCR.



Der Start der ersten Rakete von Typ N-I am 9. September 1975. Foto: NASDA-Homepage.

Zur weiteren Förderung der Raketenentwicklung wurde der Import von amerikanischen Know-How beschlossen. Nach langwierigen Verhandlungen gelang es, mit den USA eine dementsprechenden Übereinkunft zu erzielen. Da viele US-Raketen ursprünglich für militärische Anwendungen entwickelt wurden, ist deren Ausfuhr sehr streng geregelt.

Mit Hilfe der amerikanischen Technologie konnte das N-Projekt wesentlich verbessert werden. Dazu wurden Komponenten des Thor-Delta-Programmes übernommen. Unter Verwendung dieser neuen Erkenntnisse entstand die erste japanische Großrakete N-I. Sie hatte eine Länge von 32,6 Metern und einen größten Durchmesser von 2,4 Metern im Bereich der ersten Stufe. Das Gesamtgewicht betrug etwa 90 Tonnen und der Erststart erfolgte am 9. September 1975.

Die N-I-Rakete war dreistufig. Sowohl die Erststufe als auch die Drittstufe basierte auf dem Delta-Programm. Nur die Zweitstufe war mit einem in Japan entwickelten Flüssigkeitstriebwerk ausgestattet. Auch die Lenksysteme konnten durch



Der Start der siebenten N-II-Rakete am 12. Februar 1986. Foto: NASDA-Homepage.

diesen Technologietransfer entscheidend verbessert werden.

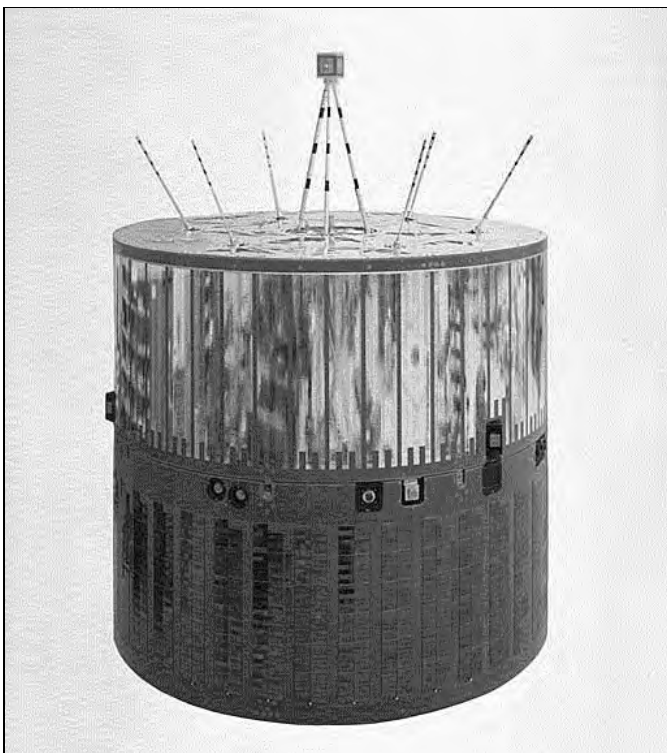
Mit Hilfe der ersten N-I-Rakete war der Experimentalsatellit Kiku gestartet worden. 1976 folgte der Ionosphären-Forschungssatellit Ume und 1977 ein weiterer Testsatellit (ETS-II). Letzterer wurde nach seinem erfolgreichen Start in Kiku-2 umbenannt und war der erste geostationäre Satellit Japans. Damit war Japan erst die dritte Nation, die dies aus eigenen Kräften geschafft hat.

Mit den beiden experimentellen

Kommunikationssatelliten der Ayame-Serie kam es dann wieder zu Fehlschlägen. Die Untersuchung der Fehlerursache war nicht möglich, weil die USA den Einblick in das von ihnen gelieferte Apogeums-Triebwerk nicht gestatteten. Das führte natürlich dazu, daß sich Japan zum Ziel setzte, von ausländischer Technologie unabhängig zu werden.

### Die Ära der großen Satelliten beginnt

Die erfolgreiche N-I-Rakete startete eine Reihe von Satelliten der 100-Kilogramm-Klasse. Aber bereits zu dieser Zeit hatten viele Satelliten der großen Raumfahrtationen eine Masse um die 300 Kilogramm. Japan beschloß im Jahre 1973, drei Arten von Satelliten zu entwickeln: Fernmeldesatelliten, Kommunikationssatelliten und geostationäre Wetter-satelliten. Diese würden alle über 300 Kilogramm wiegen. Die maximale Kapazität der N-I betrug gerade



Der Testsatellit Kiku-3, gestartet 1986 mit einer N-II-Rakete. Foto: NASDA-Homepage.

einmal 130 Kilogramm. Daher mußte ein neuer Träger entwickelt werden, was aber nicht so einfach und schnell möglich war. Als Zwischenlösung wurde die USA mit dem Start der ersten großen Satelliten beauftragt.

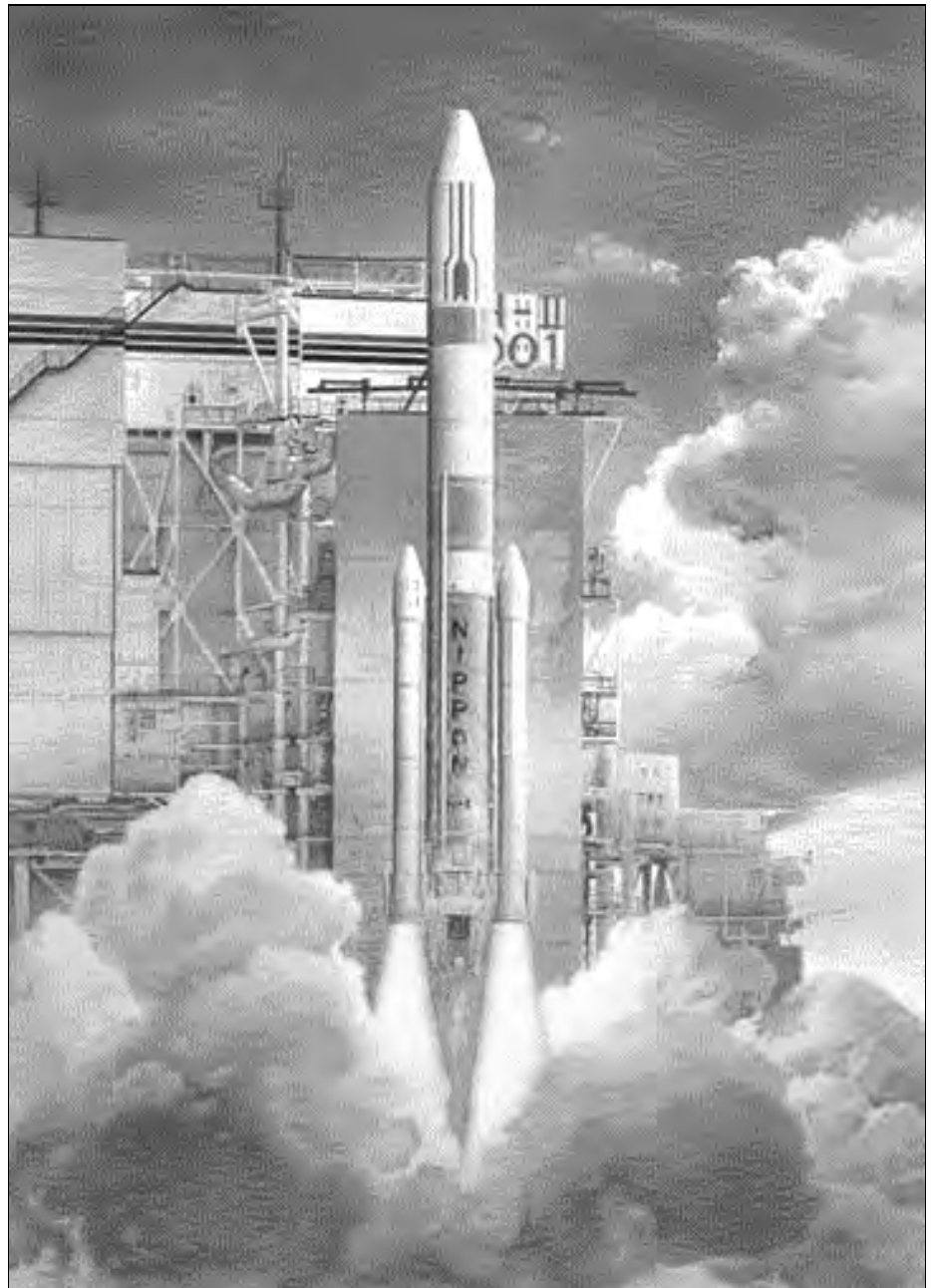
In der Folge wurde die N-II-Rakete entwickelt. Auch diese basierte wieder in wesentlichen Teilen auf der Thor-Delta-Technologie. Am 11. Februar 1981 wurde mit der N-II der erste Satellit von Tanegashima aus in den Weltraum geschossen. Dieser Testsatellit wurde Kiku-3 genannt. Die N-II hatte eine Länge von 35,4 Metern und war fähig, eine Masse von 350 Kilogramm in einen geostationären Orbit zu bringen. Ein geostationärer Orbit hat eine Höhe von 36.000 Kilometern, ein dort stationierter Satellit steht immer über den selben Ort der Erde.

Insgesamt wurden von der N-II-Rakete acht Satelliten erfolgreich in eine Erdumlaufbahn gebracht. Gleichzeitig konnten die japanischen Techniker und Wissenschaftler ihre Kenntnisse weiter ausbauen und Erfahrungen sammeln für zukünftige Projekte.

### Weitere Entwicklungen

Die H-I Rakete war eine direkte Weiterentwicklung der N-Raketen. Wieder geht das Grundkonzept auf die amerikanische MDD-Delta zurück. Während die Erststufe und die Strap-on Booster wieder in Lizenz von den US-Herstellern übernommen und nachgebaut wurden, steuerte Japan diesmal eine selbstentwickelte kryogene Zweitstufe (kryogen = Flüssigkeitstriebwerk), die Feststoff-Drittstufe und das Lenksystem der Rakete bei. Die mit Flüssigsauerstoff und Flüssigwasserstoff betriebene Zweitstufe mit dem Triebwerk LE-5 trug weitgehend zur Leistungssteigerung der H-I gegenüber der N-II bei. Gleichzeitig war das LE-5 Triebwerk die Grundlage für die Entwicklung der Triebwerke der Großrakete H-II.

Der Erststart der neuen Rakete erfolgte am 13. August 1986 und war



Künstlerische Darstellung des ersten H-II-Starts. Grafik: NASDA-Homepage.

erfolgreich. Dabei wurden der experimentelle geodetische Satellit (EGS) „Ajisai“, ein Testsatellit (MABES) und der erste japanische Amateurfunksatellit simultan im Erdorbit abgesetzt. In den folgenden Jahren wurden über zehn wichtige Anwendungssatelliten erfolgreich gestartet. Die H-I hatte in ihrer Karriere keinen einzigen Fehlstart zu verzeichnen. Der letzte Einsatz erfolgte im Jahre 1992.

### Die H-II-Rakete

Das Ziel der japanischen Anstrengungen war aber immer noch eine komplette Eigenentwicklung. Und dieses Ziel konnte mit der H-II

erreicht werden. Bei dieser Träger- rakete sind alle Komponenten in Japan entwickelt und gebaut worden und es besteht keine Abhängigkeit mehr von ausländischen Lieferanten. Das Haupttriebwerk LE-7 geht auf das LE-5 der H-I-Rakete zurück. Es stellt modernste Triebwerkstechnologie dar und stellt die H-II-Rakete in eine Reihe mit den US-Space Shuttle und der europäischen Ariane-5. Aufgrund dieser Hochtechnologie kam es bei der Entwicklung natürlich auch zu einer Reihe von Problemen. Bereits in einer frühen Phase wurde die ursprünglich angesetzte Leistung auf 90% zurückgenommen. Diese geringere Leistung wurde durch

entsprechende Steigerungen bei den Boostern und der Zweitstufe wieder ausgeglichen.

Bei der Erprobung kam es immer wieder zu Problemen und ein Triebwerk wurde durch einen Brand sogar völlig zerstört. Nach einem längeren Testprogramm konnte das LE-7 aber trotzdem für den Flug freigegeben werden. Weniger problematisch verlief die Entwicklung der Zweitstufe und deren ebenfalls kryogenen Triebwerk LE-5A.

Für den Start der H-II wurde ein vollständig neues Startzentrum errichtet. Der Yoshinoba H-II Launch Complex besteht aus der eigentlichen Startplattform mit dem Pad Service Tower und dem VAB-Montagegebäude. Im VAB wird die Rakete in vertikaler Stellung zusammengebaut und dann mit einem mobilen Transporter (ML) zur Startplattform



Der OREX-Wiedereintrittskörper, gestartet im Zuge des ersten H-II-Fluges im Februar 1992. Foto: NASDA-Homepage.

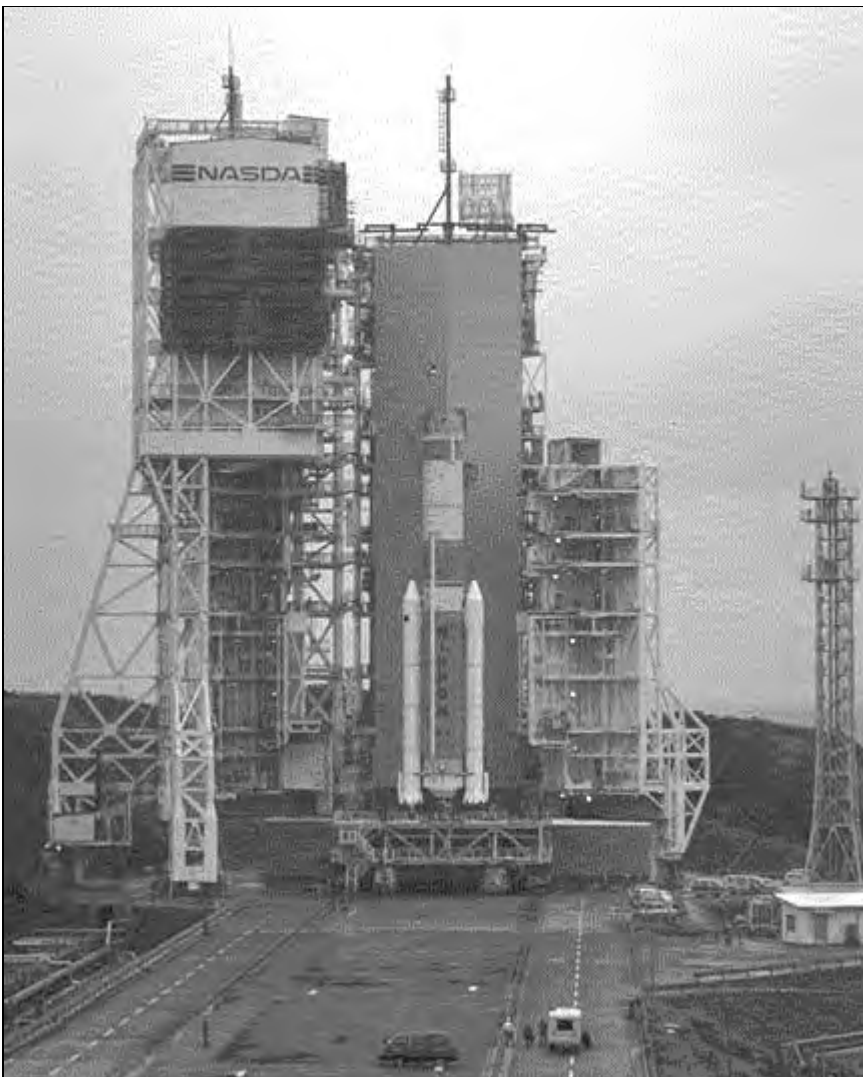
gebracht. In der gesamten Auslegung ähnelt dieses Startzentrum stark dem US-Shuttle/Saturn-V-Komplex am

Kennedy Space Center (KSC) in Florida.

Der erste Start der H-II erfolgte am 4. Februar 1992. Dabei wurden zwei Satelliten ins All gebracht, einer davon in eine geostationäre Umlaufbahn. Einer der beiden Satelliten, „Ryusei“, war ein experimenteller Wiedereintrittssatellit als Vorläufer für das Hope-Projekt. Dieser Versuchskörper wurde auch OREX (Orbital Reentry Experiment) genannt. Nach einer Erdumkreisung trat das Versuchsfahrzeug wieder in die Erdatmosphäre ein und wasserte im Zentralpazifik.

Die H-II hat eine Gesamtmasse von etwa 260 Tonnen ohne Nutzlast, eine Länge von 49,9 Metern und kann einen geostationären Satelliten mit einer Masse bis zu 2 Tonnen transportieren. Die größte Nutzlastverkleidung mit 4,6 Metern Durchmesser entspricht etwa dem Space Shuttle. Die Rakete ist zweistufig ausgelegt, zusätzlich gibt es zwei Booster, die an der Erststufe angeflanscht sind.

Verglichen mit ihren Hauptkonkurrenten hat die H-II eine sehr gute Masseneffizienz. Die Ariane-5 kann zwar 2,3 Tonnen in einen geostationären Orbit bringen, hat mit 460 Tonnen aber nahezu die doppelte



Die H-II-Rakete auf der Startrampe, noch ohne Nutzlast. Foto: NASDA-Homepage.

Masse und die Proton wiegt 770 Tonnen und kann maximal 2,4 Tonnen transportieren.

Wichtige Nutzlasten der H-II-Rakete waren unter anderem die Space Flyer Unit (SFU) für Weltraumexperimente und Beobachtungen, der ADEOS-Satellit (Advanced Earth Observing Satellite) und die TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission). Die SFU wurde nach ihrem Start im März 1995 dann im Jänner 1996 vom US-Shuttle Endeavour im Rahmen der Mission STS-72 geborgen und zur Erde zurückgebracht.

Die Entwicklung hat seit dem Projektstart im Jahre 1984 insgesamt zehn Jahre gedauert und war zwei Jahre hinter dem ursprünglichen Plan geblieben. Dafür war aber ein zukunftssträchtiger und sehr zuverlässiger Träger für die japanischen Raumfahrtambitionen geschaffen worden.

### **Die H-IIA Rakete, eine logische Weiterentwicklung**

Der achte Start der H-II im Jahre 1999 schlug zwar fehl, inzwischen steht aber mit der H-IIA eine flexible Weiterentwicklung zur Verfügung. Der Hauptkörper dieses neuen Typs basiert auf der H-II. Mit Hilfe einer variablen Zahl an Boostern soll sie auf die jeweiligen Transport-Bedürfnisse maßgeschneidert werden. Auch die Art, wie die Booster am Hauptkörper angebracht werden, kann variiert werden. Der Erststart erfolgte am 29. August 2001. Danach erfolgten zwei weitere Starts und der nun bereits vierte Start ist für Dezember 2002 geplant.

Leider ging inzwischen der erste potentielle kommerzielle Auftrag für eine H-IIA wieder verloren. Der Satellit MBSAT für die japanische Mobil Broadcasting Corporation wird jetzt voraussichtlich Ende 2003 von einer ATLAS-III-Rakete von Cape Canaveral aus gestartet werden. Dadurch wird es auf dem rückläufigen Satellitenmarkt wieder schwerer, neue Auftraggeber zu



Der Start der 2. Rakete der Serie H-IIA am 4. Februar 2002. Foto: NASDA-Homepage.

finden. Wahrscheinlich wird die H-IIA in nächster Zeit nur für japanische Regierungsaufträge Verwendung finden.

### **Die J-I Rakete: Zusammenarbeit zwischen NASDA und ISAS**

Die Entwicklung dieses Trägersystemes ist durch Kosteneinsparungsziele motiviert. Bei diesem System wird die Feststoffbooster der H-II mit einer zweiten und dritten Stufe, ebenfalls mit Feststoffmotor, aber von der ISAS entwickelt, kombiniert. Der Feststoffmotor der

Zweit- und Drittstufe stammt von der M-3SII-Rakete. In dieser Hinsicht, als Kombination von zwei komplett verschiedenen Raketen, ist die J-I wirklich einzigartig auf der Welt. Damit sollen vor allem die Entwicklungskosten stark reduziert werden.

### **Das Hope-Projekt**

Im Rahmen dieses Projektes soll ein Raumgleiter für die H-II-Rakete entwickelt werden (HOPE = H-II-Orbiting Plane). Als erstes wichtiges Experiment wurde OREX mit der ersten H-II-Rakete gestartet. In

dessen Rahmen wurde der Wiedereintritt erprobt bzw. Daten darüber gesammelt. Ein weiterer wichtiger Puzzlestein in der Entwicklung ist HYFLEX (Hypersonic Flight Experiment). HYFLEX wurde im Februar 1996 durch eine J-I Rakete gestartet. Während des Fluges und bei der Wasserung wurden wertvolle Daten gesammelt. Leider gelang die Bergung des Fahrzeuges nicht. Im Laufe des selben Jahres, von Juli bis August 1996, wurde dann noch das ALFLEX-Experiment erfolgreich durchgeführt (ALFLEX = Automatic Landing Flight Experiment). Dabei wurde die automatische Landung des HOPE-Raumgleiters geübt. Zu diesem Zweck wurde ein Testmodell von einem Hubschrauber aus großer Höhe abgeworfen und landete automatisch auf einer Landebahn. Insgesamt wurde das Experiment dreizehnmal durchgeführt und verlief immer erfolgreich. Das Testfahrzeug hatte eine Masse von 760 Kilogramm, eine Länge von 6,10 Metern und eine Spannweite von 3,78 Metern.

### Die bemannte Raumfahrt

Im Rahmen des US-Shuttle-Programmes hatten japanische Wissenschaftler und Astronauten die Gelegenheit, trotz fehlendem eigenen Raumschiff an bemannten Missionen teilzunehmen. Dabei konnten auch zahlreiche Forschungsvorhaben durchgeführt werden. Für die Internationale Raumstation ISS wird Japan ein bemanntes Labormodul beisteuern.

Im August 1985 wurden drei japanische Nutzlastspezialisten für das amerikanische Shuttle-Programm ausgewählt. Gleichzeitig begann der Entwurf des Raumstationsmodules. Im September 1988 wurde gemeinsam mit den Vereinigten Staaten, Europa und Kanada das grundlegende Abkommen zum Bau der Internationalen



Die japanische Astronautin Dr. Chiaki Mukai an Bord des US-Shuttles im Spacelab. Foto: NASDA-Homepage.

Raumstation unterzeichnet. Im April 1990 wurde dann der erste Nutzlastspezialist für das Shuttle designed.

Auf der Mission STS-47 im Jahr 1992 fand dann die historische Shuttle-Mission statt. Am 12. September 1992 startete der japanische Nutzlastspezialist Dr. Mamoru Mohri ins Weltall. An Bord des Spacelab-Modules im Frachtraum des Space Shuttles Endeavour führte der japanische Astronaut gemeinsam mit seinen amerikanischen Kollegen eine Reihe von Experimenten durch. Insgesamt dauerte die Mission sieben Tage und endete am 20. September mit der Landung. Insgesamt wurden 22 Materialwissenschaftliche und 12 lebenswissenschaftliche Experimente durchgeführt. Die Vorbereitungen für diese Mission mit dem Spitznamen „Fuwatto 92“ hatten bereits im Jahre 1979 begonnen und die Experimente waren aus hunderten von Vorschlägen ausgewählt worden.

Die IML-2 Mission fand im Juli 1994 statt. IML ist die Abkürzung für „International Microgravity Laboratory“ und ist die Bezeichnung für eine internationale Kooperation unter Verwendung des Space Shuttles gemeinsam mit dem Spacelab-Forschungsmodul. Neben der NASA und der NASDA nahmen auch noch die ESA, die deutsche DARA und DLR, die französische CNES und die kanadische CSA an dieser gemeinsamen Mission teil. Die siebenköpfige

Crew des Space Shuttles Columbia schloß auch die erste japanische Astronautin Dr. Chiaki Mukai ein. Die Mission STS-65 dauerte von 8. bis 23. Juli 1994 und beinhaltete 82 Experimente auf den Gebieten der Biologie und der Materialwissenschaften.

Die erste Außenbordaktivität eines japanischen Astronauten fand dann bei der Shuttle-Mission STS-87 im November 1997 statt. Diesen ersten japanischen EVA (Extra Vehicular Activity) führte der Astronaut Takao Doi von Bord des Shuttles Columbia aus.

Die japanische Astronautin Mukai flog dann bei der Shuttle-Mission STS-95 im Oktober 1998 ein zweites Mal in den Weltraum. Dabei wurden wieder lebenswissenschaftliche Experimente durchgeführt. Am 7. November 1998 erfolgte dann nach einer Missionsdauer von 10 Tagen die glückliche Landung am Kennedy Space Center. Bei diesem Flug war auch John Glenn an Bord, der im Rahmen des Mercury-Projektes den ersten bemannten Raumflug (nach einem suborbitalen Flug von Shephard) der USA durchgeführt hatte.

Bei der Shuttle-Mission STS-99 war dann wieder der japanische Astronaut Mohri an Bord, nach seinem ersten Flug bei STS-47 im Jahr 1992. Bei dieser Mission stand vor allem die Erdbeobachtung mit dem SRTM im Vordergrund. Dieses spezielle Radargerät bildet die Erdoberfläche dreidimensional ab und war im großen Frachtraum des Space Shuttles installiert. Das Shuttle Endeavour startete am 11. Februar 2000 vom Kennedy Space Center (KSC) in Florida und landete nach einer Missionsdauer von 11 Tagen am 22. Februar 2000 wieder auf der Landebahn des KSC.

EF, Quelle: NASDA-Homepage, RID-Heft „Japanische Trägerraketen“.

**Für den zweiten Teil geplant:  
Wissenschaftliche Missionen der  
Vergangenheit und Zukunft.**