

# Die chinesische Raumfahrt

China wird wahrscheinlich die dritte Nation sein, die Raumfahrer mit eigenen Trägerraketen und in eigenen Raumschiffen in das Weltall bringen kann. Nach vier Testflügen des Raumschiffes Shenzhou ist der erste bemannte Flug für 2003 angekündigt. Nach der früheren Sowjetunion, der USA, Frankreich und Japan war China die fünfte selbständige Raumfahrtmacht mit eigener Trägerkapazität. Der erste Satellit wurde bereits 1970 gestartet. Doch trotz einer beachtlichen

technologisch-wissenschaftlichen Kapazität ist über das chinesische Raumfahrtprogramm relativ wenig bekannt. Es gibt zwar eine Internet-Homepage der Raumfahrtbehörde CNSA (China National Space Administration), aber die dort angeführten Informationen sind für eine derart bedeutende Raumfahrtnation eigentlich sehr bescheiden. Auch in der sonstigen Literatur ist wenig über die chinesischen Weltraumaktivitäten zu finden.

Die in China erfundene Schwarzpulver-Rakete ist der Ahnherr aller heutigen Raumfahrtsträger. Später ging dieser technologische Vorsprung der alten Kulturnation aber verloren und erst mit der Industrialisierung in der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts konnte im Reich der Mitte wieder ein entsprechendes Know-How aufgebaut werden. Die Volksrepublik China wurde 1949 nach einem langen Bürgerkrieg ausgerufen. Die Geburtsstunde der chinesischen Raumfahrt schlug 1956. In diesem Jahr wurde am 8. Oktober das Raketen-Forschungsinstitut Nr.5, das dem Verteidigungsresort unterstellt war, gegründet. Diesem Institut waren 10 Forschungslaboratorien unterstellt. Eingeleitet wurde China's Raumfahrtprogramm von dem Wissenschaftler Tsien Wei-Chang, der in den 40er-Jahren am amerikanischen „Jet Propulsion Laboratory“ in Pasadena gearbeitet hatte.

## Erste Entwicklungen

Bereits vier Jahre später, am 19. Februar 1960, konnte die erste selbstentwickelte flüssigkeitsbetriebene Höhenforschungsrakete T7-M erfolgreich gestartet werden. Im September des gleichen Jahres folgte dann der Start der ersten regulären Rakete des gleichen Typs. Die Gesamtlänge der T7-M betrug 10,32m und der Durchmesser war 0,45m. In den folgenden Jahren wurden auch verschiedene Kurz- und Mittelstreckenraketen für den



Übersicht über die chinesischen Trägerraketen der „Langer Marsch“-Serie. Foto: CNSA.

militärischen Gebrauch entwickelt. 1966 erfolgte der Testflug der ersten Nuklearrakete mit Sprengkopf.

Die ersten Pläne für einen eigenen Satelliten existierten bereits 1965. Durch die Kulturrevolution kam es aber zu einer jahrelangen Verzögerung. Erst am 24. April 1970 wurde der Satellit Dong Fang Hong-1 mit einer Rakete von Typ „Langer Marsch 1“ erfolgreich in eine Erdumlaufbahn gebracht. Die Masse war mit 173 kg relativ hoch für einen Erststart. Die Bahnhöhe betrug 439x2384 km und die Bahnneigung 68,5°. Der Satellit arbeitete planmäßig und innerhalb der vorgegebenen Parameter.

## Meilensteine in der Satellitentechnik

Ein Jahr später, am 3. März 1971 wurde der erste wissenschaftliche Satellit Shijian-1 in den Weltraum geschossen. Er blieb acht Jahre in Betrieb und sendete zahlreiche wichtige Meßdaten zur Erde. Die damit gewonnen wertvollen Erfahrungen konnten für die weitere Entwicklung von langlebigen Satelliten genutzt werden.

Der erfolgreiche Test einer Rückkehrkapsel eines Erkundungssatelliten machte China zur dritten Nation mit dieser Technologie. Nach dem Start am 26. November 1975 und drei Tagen im All landete die Kapsel

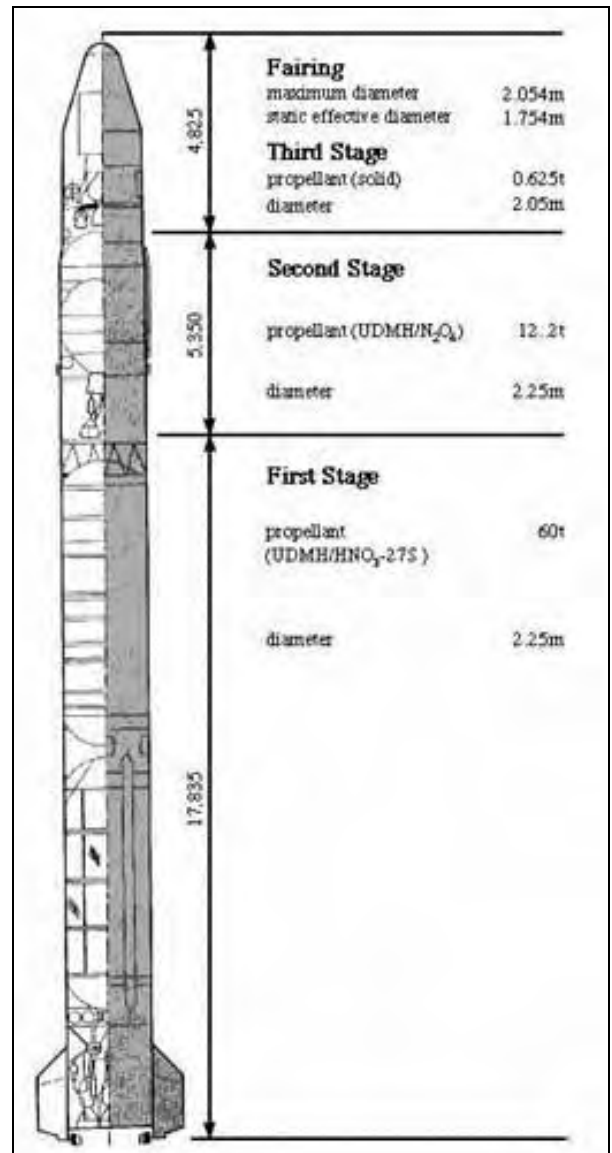
planmäßig im vorgesehenen Zielgebiet. Neben dem wissenschaftlichen Wert ist diese Technik auch sehr wertvoll für militärische Aufklärungssatelliten und wird von der Volksrepublik China wahrscheinlich auch für diesen Zweck eingesetzt. Sowohl der Einschub der Nutzlast in den Orbit als auch das Abbrems-Manöver muß mit großer Präzision erfolgen, um die Landung der Rückkehrkapsel im vorgesehenen Gebiet zu gewährleisten.

Der erste Mehrfachstart von drei Experimentalsatelliten gelang im Jahr 1981. Die drei Satelliten SJ-2, SJ-2A and SJ-2B wurden am 20. September gestartet und dienten der Untersuchungen von kosmischen Phänomenen wie dem magnetischen Feld, geladenen Partikeln, von Infrarot- und UV-Strahlung.

Der Einstieg in die Technik der Nachrichten-Satelliten gelang 1984 mit dem Start des ersten experimentellen Nachrichtensatelliten. Dieser hatte bereits eine beträchtliche Masse von 910 Kilogramm. 1986 wurde dann der erste reguläre Nachrichtensatellit DFH-2 über dem Äquator stationiert. In den Jahren 1988 und 1990 wurden drei weitere Satelliten des Typs DFH-2A in eine geostationäre Umlaufbahn geschossen.

Bei den bisher gestarteten chinesischen Satelliten halten sich militärische Aufklärungsmissionen sowie Anwendungs- bzw. Forschungssatelliten etwa die Waage. Unter den zivilen Nutzlasten sind hauptsächlich Wettersatelliten, Erdbeobachtungs- und Nachrichtensatelliten vertreten. Der erste chinesische Wettersatellit China-25 wurde 1988 in einer Erdumlaufbahn stationiert. Seine Masse betrug etwa 450 Kilogramm, darunter zwei 5-Kanal-Radiometer, die 40 Tage lang hervorragende Wolkenbilder mit 1 Kilometer Auflösung zur Bodenstation übermittelten.

Selbst auf dem Gebiet der Navigationssatelliten konnte China eigene Kapazitäten aufbauen. Im Jahr 2000 wurde am 21. Dezember durch eine



Die LM-1D-Rakete. Grafik + Foto: CNSA.

LM-3A-Rakete eine experimentelle Nutzlast für diesen Zweck gestartet.

Die einzelnen Satelliten werden je nach Anwendungszweck unterschiedlich bezeichnet. Die Telekommunikationssatelliten werden mit dem Kürzel DFH (Dongfanghong) bezeichnet, die Wettersatelliten als FY (Fengyun) und die wissenschaftlichen sowie experimentellen Satelliten als SJ (Shijian), jeweils mit einer fortlaufenden Nummer. Die geplanten ZY (Ziyuan) - Satelliten werden für die Erdbeobachtung eingesetzt werden.

Die einzelnen Satelliten-Missionen werden von einem gut ausgebauten Netz von leistungsfähigen Bodenstationen gelenkt, dazu gehört auch das im Pazifik kreuzende Meßschiff „Yuan Wang“. Die zentrale Kontroll-

station befindet sich in Weinan in der Provinz Schansi.

## Die Trägerraketen

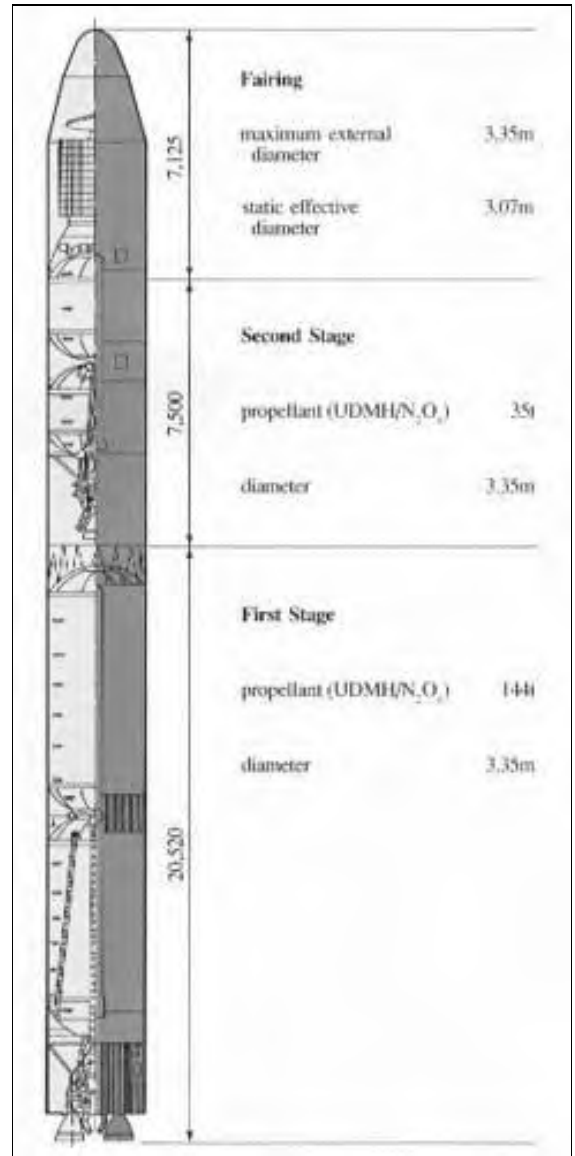
Die Grundlage für die chinesischen Trägerraketen bildeten die von der damaligen Sowjetunion überlassenen militärischen Flugkörper. Dazu gehörte unter anderem die SS-4. Zu Beginn wurde vor allem die militärische Entwicklung von Kurz- und Mittelstreckenraketen vorangetrieben. Später folgten auch Nuklearraketen mit interkontinentaler Reichweite. Ausgehend von der Interkontinentalrakete „Ostwind-4“ wurde ab 1964 die Rakete „Langer Marsch-1“ (LM-1, auch englisch „Long March“) entwickelt. Mit Hilfe dieses Typs wurde 1970 der erste Satellit erfolgreich in einer Erdumlaufbahn abge-

setzt. Die LM-1-Rakete war 20,5m hoch bei einem Durchmesser von 2,25m und einer Startmasse von 82 Tonnen.

Alle Satellitenträger gehören seither der Typenfamilie „Langer Marsch“ an. Sie arbeiten mit dem hypergolen (also selbstzündenden) Treibstoffen Stickstoff-Tetroxyd und unsymmetrisches Dimethyl-Hydrazin, die relativ leicht zu handhaben sind. Später, im Jahre 1984, kam dann die erste kryogene hochenergetische Raketen-Oberstufe mit der Treibstoff-Kombination Wasserstoff/Sauerstoff zum Einsatz.

Inzwischen umfaßt die LM-Raketenfamilie vier Haupttypen (LM-1 bis LM-4) sowie 12 Untertypen und kann alle Erfordernisse vom niedrigen Erdborbit (LEO = low earth orbit), über den geosynchronen Orbit (GEO = geosynchronus orbit) bis zu sonnensynchronen Bahnen (SSO = sun synchronus orbit) abdecken. Dazu werden verschiedene Grundstufen sowie angeflanschte Booster je nach Bedarf kombiniert. Die Nutzlastkapazität beträgt zwischen 300 bis 9500 Kilogramm im LEO, 5.100 Kilogramm können in die geostationäre Umlaufbahn befördert werden und bis zu 6.100 Kilogramm in eine sonnensynchrone Bahn.

Die LM-2-Rakete ist das Arbeitspferd der chinesischen Raumfahrt. Derzeit eingesetzt werden die Untertypen LM-2C, LM-2C/SD, LM-2D, LM-2E und LM-2F. Neben der Weiterentwicklung der LM-1, der neuen LM-1D, werden sie für alle Missionen in niedrigen Erdumlaufbahnen (LEO) eingesetzt. Die Entwicklung der LM-2 begann 1970. Grundlage war die Interkontinental-Rakete CSS-4. Die erste zweistufige LM-2 war insgesamt 35m lang und hatte einen Durchmesser von 3,35m. Die Weiterentwicklungen haben eine Länge zwischen 32,6 bis 51 Meter und eine Nutzlastkapazität zwischen 2.500 bis 9.200 Kilogramm. Die neueste Version, die LM-2F, wurde



Die LM-2C-Rakete. Foto+Grafik: CNSA.

für den Start der experimentellen Shenzhou-Raumschiffe verwendet.

Die Entwicklung einer hochenergetischen Wasserstoff-Sauerstoff-Oberstufe führte zur dreistufigen LM-3-Rakete. Der erste erfolgreiche Start erfolgte im Jänner 1984. Das Basismodell mit einer Länge von 44m und einem Durchmesser von 3,4m kann als dreistufiger mittlerer Träger mit der amerikanischen Delta-Rakete verglichen werden. Seinerzeit war China bei der Oberstufentechnik sogar den sowjetischen Raketentechnikern überlegen. Die Weiterentwicklungen LM-3A und LM-3B haben eine Länge von bis zu 54,8m und können bis zu 5.000 Kilogramm Nutzlast in eine geostationäre Umlaufbahn heben.

Die Entwicklung einer neuen Oberstufe mit lagerfähigem Treibstoff für Mehrfach-Zündungen auf H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>-Basis ergab in Kombination mit den beiden Unterstufen der LM-3 einen neuen vielseitig einsetzbaren Raketentyp, die LM-4. Ihr Erststart erfolgte am 6. September 1988. Die aktuelle Version LM-4B hat eine Länge von 44m, sie kann eine Nutzlast von 1650 Kilogramm in eine sonnensynchrone Bahn (SSO) bringen. Der Jungfernflug dieser neusten Rakete erfolgte am 10. Mai 1999.

Bis Anfang 2003 wurden die LM-Raketen 69mal gestartet, wobei es bei den letzten 27 Starts keinen Fehlstart gab. Dabei wurden etwa 50 eigene Nutzlasten transportiert.

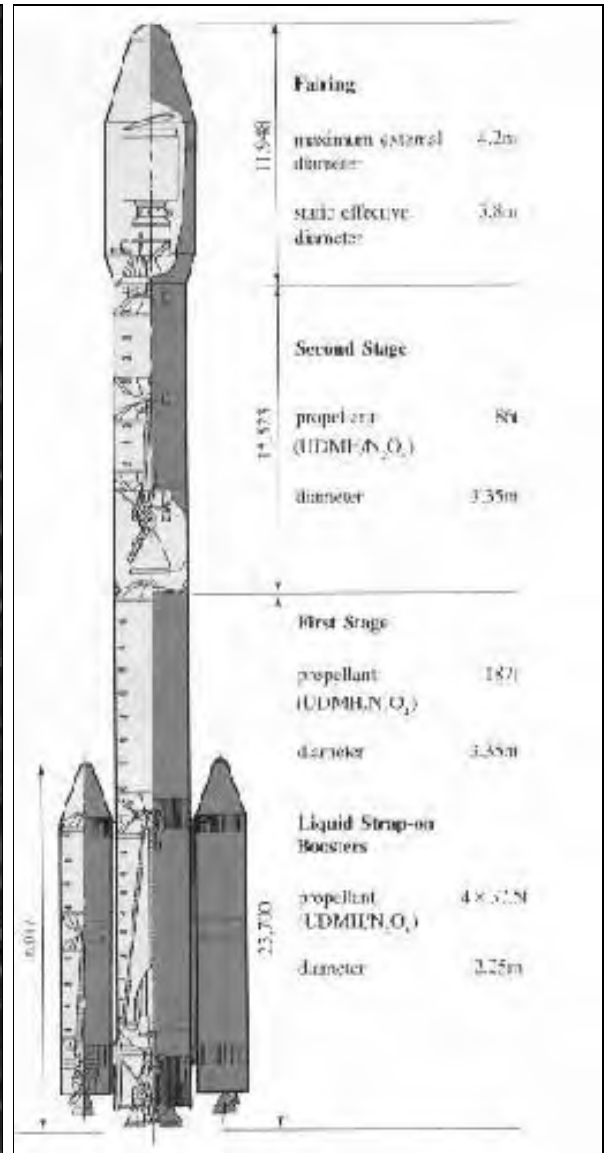
## Organisation und Raumfahrtzentren

Alle Entscheidungen über das chinesische Raumfahrtprogramm werden von den Regierungsbehörden getroffen. Ein eigener Raumfahrtminister ist für alle diesbezüglichen Aktivitäten verantwortlich. Die Planungen erfolgen im Rahmen der sogenannten Fünfjahrespläne, wo alle wirtschaftlichen Aktivitäten für jeweils fünf Jahre festgelegt werden. Derzeit ist der 10. Fünfjahresplan in Kraft.

Als Raumfahrtagentur fungiert die CNSA (China National Space Administration), als Teil der Kommission für Wissenschaft, Technologie und Industrie für die Nationale Verteidigung (COSTIND). Diese Zuordnung zeigt die enge Verflechtung mit militärischen Belangen. Eine organisatorische Trennung zu den zivilen Projekten ist nicht feststellbar. Seit April 1998 ist Luan Enjie Administrator der CNSA.

Die kommerziellen Aktivitäten auf dem Gebiet der Raumfahrt, insbesondere die internationale Vermarktung der Startaufträge, übernimmt die „Great Wall Industrie Corporation“. Internationale Kooperationen auf wissenschaftlichen Gebieten werden von der CNSA unter Leitung des Außenministeriums koordiniert, dazu gibt es zahlreiche Verträge mit anderen Staaten, darunter Brasilien, Deutschland, Rußland, Großbritannien, Indien und viele andere Länder. Das Wissenschaftsministerium ist für die Koordination auf dem Gebiet der Forschung zuständig. Die Planung der Raumfahrtindustrie ist im Energieministerium konzentriert.

Die Fabrik für militärische und Raumfahrt-Trägerraketen befindet sich in Wan Yuan, 50 Kilometer südlich von Peking. In einem Komplex von 13 Forschungsinstituten und 6 Fabriken werden die LM-2-Raketen und die hochenergetischen Oberstufen gebaut. Die Unterstufen der LM-3-Raketen werden im „Shanghai Bureau of Astronautics“ gefertigt, dazu



Die LM-2E-Rakete. Foto+Grafik: CNSA.

gehören 10 Labors und 12 Fabriken. Die Satelliten-Nutzlasten werden in der „Chinese Academy of Space Technology“ in Peking entwickelt und gebaut.

Die „China Satellite Launch Organisation“ betreibt die drei Raketen-Startzentren mit etwa 20.000 Mitarbeitern. Das Startzentrum Jiuquan liegt in der Wüste Gobi, etwa 1.600 Kilometer westlich der Hauptstadt Peking. Das Gelände wurde in den 60er-Jahren erschlossen. Es ist für Starts in süd-östliche Richtung geeignet, sofern dabei nicht russisches Gebiet überflogen werden soll. Von den beiden Startrampen können LM-1- und LM-2-Raketen sowie Mittelstreckenraketen abgeschossen werden.

Das Startzentrum Xichang liegt auf der Position 28,1° Nord und 102,3° Ost und dient hauptsächlich dem Start von geostationären Satelliten mit der LM-3-Rakete. Der erste Start von diesem Gelände aus erfolgte 1984. Das Gebiet liegt klimatisch sehr günstig, es gibt im durchschnitt 320 wolkenfreie Tage im Jahr. Die Startrampe besitzt einen 77 Meter hohen Turm, eine Startrate von fünf LM-3 pro Jahr ist möglich. Eine zweite Startrampe für die LM-2E ist ebenfalls vorhanden. Für die Vorbereitungen der Nutzlasten steht ein Reinraum mit 100.000 m<sup>3</sup> zur Verfügung. Ein Countdown läßt sich in nur zwei Wochen abwickeln.

Das erst 1988 eingeweihte Startzentrum Taiyuan/Wuzhai befindet sich auf 37,5° Nord und 112,7° Ost.

Dieser Startort eignet sich vor allem für das Erreichen des polaren Erdorbits für Erdkundungs- und Aufklärungssatelliten. Die Anlieferung der fertig montierten Raketen erfolgt auf diesem Gelände auf Schienen, ähnlich wie in Rußland. Der Zusammenbau erfolgt dann in einem großen Integrationsgebäude.

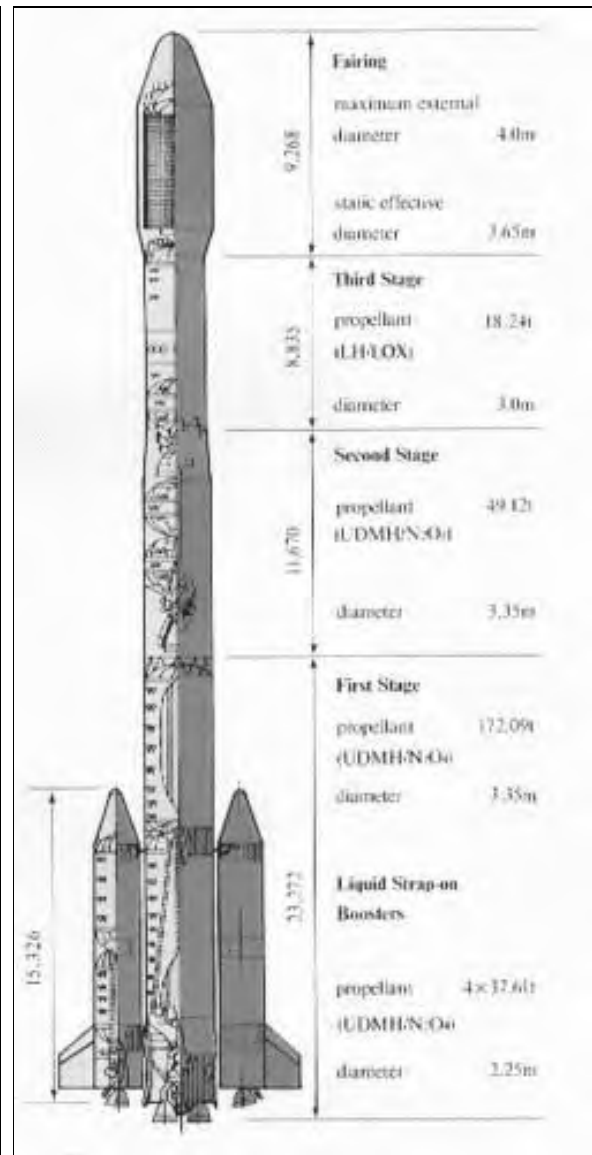
### Internationale Startaufträge

Nach dem Start des ersten geostationären Satelliten am 8. April 1984 bot die chinesische Regierung im folgenden Jahr die Trägerraketen des Typs „Langer Marsch“ auch auf dem internationalen Markt an. Das erste Übereinkommen für den Start eines ausländischen Satelliten wurde mit Schweden abgeschlossen. Dabei wurde im März 1986 der Start des Satelliten Freya auf einer LM-2C-Rakete vereinbart. Im April 1990 wurde der in Amerika von Hughes gebaute Satellit Asiasat-1 gestartet. Der Einschub in den Orbit erfolgte mit der international üblichen Genauigkeit.

Während des Jungfernfluges der neuentwickelten LM-2E wurden im selben Jahr der australische Optus Dummy-Satellit und der pakistanische Badr-A im Weltraum ausgesetzt. 1992 wurde mit dem selben Raketen-typ ein australischer Kommunikationssatellit gestartet. Dabei kam es aber zu einem Fehlstart und der Satellit ging verloren. Der Start des australischen Satelliten Aptus-B1 am 14. August 1992 verlief erfolgreich. Damit wurde bewiesen, daß auch schwere Kommunikationssatelliten im All platziert werden können.

Probleme bereiteten immer wieder die amerikanischen Ausfuhrbeschränkungen für Hochtechnologie. China verpflichtete sich daher, bei solchen Satelliten-Starts die dazugehörigen ausländischen Techniker bei allen Transporten und Prüfungen sowie bei der Nutzlast-Integration auf die Trägerrakete zuzulassen.

Im Dezember 1997 wurden zwei Iridium-Satelliten gestartet. Bis 1999



Die LM-3B-Rakete. Foto+Grafik: CNSA.

waren insgesamt 12 Iridium-Satelliten bei 6 Starts in eine niedrige Erdumlaufbahn befördert worden. 1999 erfolgte auch die erfolgreiche Mission des chinesisch-brasilianischen Erdkundungs-Satelliten CBERS-1. Der Start erfolgte vom Raumfahrtzentrum Taiyuan aus an Bord einer LM-4B-Rakete.

Mit den verschiedenen Satelliten-Starts hat sich die chinesische Raumfahrtindustrie zwar im internationalen Startgeschäft etabliert, die Anzahl der bisherigen Aufträge ist aber bei weitem nicht vergleichbar mit dem kommerziellen Erfolg der europäischen Ariane-Raketen. Bisher wurden 27 ausländische Nutzlasten transportiert. Günstige Startkosten alleine sind hier nicht entscheidend, da für die Kunden auch noch andere

Aspekte eine große Rolle spielen. Dazu gehört unter anderem die Zuverlässigkeit der Träger, aber auch die technischen Einrichtungen für die Nutzlastintegration, die mögliche jährliche Startrate und vieles mehr. Mit diesen Problemen haben auch andere Anbieter zu kämpfen, wie etwa die verschiedenen russischen Konsortien, die ebenfalls kostengünstige Starts anbieten.

Langfristig wird aber die chinesische Raumfahrtindustrie sicher ihre Attraktivität für die internationalen Kunden steigern können und dann wahrscheinlich zu einem ernsthaften Konkurrenten der Amerikaner und Europäer werden.

## Bemannte Raumfahrt

Am 20. November 1999 startete China mit einer LM-2F-Rakete das erste Versuchsmodell eines zukünftigen bemannten Raumschiffes. Diese erste Shenzhou-Kapsel war wie ihre beiden Nachfolger noch unbemannt. Nach einem dutzend Erdumkreisungen landete die Kapsel am nächsten Tag sicher im geplanten Zielgebiet. „Shenzhou“ bedeutet auf Deutsch „Magisches Schiff“. Das zweite Versuchsraumschiff dieser Serie wurde am 10. Jänner 2001 gestartet. Nach Absolvierung der geplanten wissenschaftlichen und technologischen Experimente landete die Kapsel in der inneren Mongolei. Der dritte Testflug erfolgte im März 2002. Dabei wurde auch ein Fluchtsystem für zukünftige „Taikonauten“ (der Name für die chinesischen Astronauten) erprobt. Taikong ist der chinesische Begriff für das Weltall. Der Flug von Shenzhou-III dauerte mehrere Tage.

Die Shenzhou-Kapseln erinnern äußerlich an die russischen Sojus-Kapseln und sind wahrscheinlich auch



Start einer LM-4B-Rakete. Foto: CNSA.

teilweise von diesen abgeleitet. Die Ausbildung der chinesischen „Taikonauten“ erfolgt angeblich auch im russischen Sternenstädtchen. Unter Umständen sind aber auch andere Erfahrungen in das neue Raumschiff eingeflossen. So warf das US-Außenministerium zwei Konzernen vor, illegal Raketentechnik an China geliefert zu haben.

Im Dezember 2002 erfolgte der bisher letzte Testflug des neuen Raumschiffes. Die Shenzhou IV war mit allem ausgerüstet, was für einen bemannten Raumflug an Ausrüstung benötigt würde. Außerdem wurden die Lebenserhaltungssysteme und die für die Rückkehr zur Erde besonders kritischen Systeme an lebensgroßen Astronautenpuppen getestet.

Nach diesen erfolgreichen Testflügen, so die Ankündigung des Funktionärs Yuan Jie, ist der erste bemannte Start des Shenzhou-V-Raumschiffes nun für das Jahr 2003 geplant. Damit wäre China nach Rußland und den USA die dritte Nation, die die Kapazität für die bemannte Raumfahrt besitzen würde.

EF, Quelle: CNSA-Homepage, CNSA-Unterlagen, Enzyklopädie Raumfahrt (W.Engelhardt).



Die Shenzhou-Kapsel. Foto: CNSA.



Detail der Shenzhou-Kapsel. Foto: CNSA.



Die Shenzhou-Kapsel im Orbit: Grafik: CNSA.