Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft

Band: 70 (2012)

Heft: 371

Artikel: Das chinesische Raumfahrtprogramm : Weltraum-Konkurrenz aus Fernost?

Autor: Schmidt, Men J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-897581

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

Das chinesische Raumfahrtprogramm:

Weltraum-Konkurrenz aus Fernost?

Von Men J. Schmidt

In der zweiten Junihälfte dieses Jahres haben chinesische Taikonauten erstmals die kleine eigene Raumstation Tiangong 1 (chinesisch für «Himmlischer Palast 1») besucht und damit eine neue Ära in der Geschichte der bemannten Raumfahrt einläutet. China als aufstrebende politische und wirtschaftliche Macht, kann mit der Raumfahrt nach aussen hin hervorragend seinen angeblichen hohen technologischen Stand demonstrieren. Schliesslich waren die Chinesen das 5. Land nach Russland (damalige UdSSR), den U.S.A., Frankreich und Japan, welches 1970 (nur zweieinhalb Monate nach Japan) aus eigener Kraft einen Satelliten starten konnte. Die Kulturrevolution in den Jahren danach verhinderte, dass die Raumfahrtbemühungen weiter kamen. Der folgende Bericht soll die Geschichte, die Programme die Ziele und den Vergleich zur übrigen Weltraumfahrt durchleuchten und unter anderem die Frage beantworten: Ist China wirklich so stark im All präsent wie in der westlichen Welt vermutet wird?

Seit Auslauf des amerikanischen Space Shuttle Programms, befinden sich die U.S.A. in einer Phase zwischen dem Gestern und Morgen. Das Morgen wird einerseits vom neuen SLS-System geprägt sein. Das Space Launch System, kurz SLS, basiert auf den entwickelten Technologien für das Space Shuttle und der Saturn V-Mondrakete, verwendet diese jedoch in modernisierter Form. Es soll im Jahre 2017 zum Erstflug starten. Hinzu kommt das Multi-Purpose Crew Vehicle (MPCV, teilweise auch als Orion MPCV bezeichnet, englisch für Mehrzweck-Mannschaftsfahrzeug) dem in Entwicklung befindlichen neuen Raumschiff der NASA. Als erste unbemannte Mission ist EFT-1 (Exploration Flight Test) geplant, deren Start für das Frühjahr 2014 angesetzt ist. Das MPCV wird auf einer Delta IV-Heavy von Space Launch Complex 37 der Cape Canaveral Air Force Station gestartet und dann einen mehrstündigen Flug mit zwei Erdumrundungen absolvieren. EFT-1 soll auch eine Vorbereitung auf den ersten Start des MPCV mit der SLS-Trägerrakete 2017 sein, da man zahlreiche Funktionen der Kapsel bereits beim ersten Flug testen will. Anderseits hat das private Unternehmen SPACE –X mit dem Flug der Rakete Falcon-9 mit dem Zubringerschiff Dragon zur ISS, kürzlich bewiesen, dass in Zukunft private Unternehmungen in der Raumfahrt mitreden werden. Bis jedoch auch die Dragon Kapsel bemannt zum Einsatz kommen wird, werden noch einige Jahre vergehen. Die Durststrecke der NASA bis zur erneuten vollständigen Autonomie in der bemannten Raumfahrt, wird gegenwärtig mit dem Kauf von Flügen mit den russischen Soyuz-Kapseln überbrückt. Währenddessen unternehmen die Chinesen ab und zu eigene bemannte Raumflüge und erwecken so den Eindruck im Westen, dass sie zur Spitze der raumfahrttreibenden Nationen aufgeschlossen haben. Blenden wir deshalb zurück zu den Anfängen der chinesischen Weltraumaktivitäten und betrachten die Schritte im Einzelnen, die dazu geführt haben, dass China nach Russland und Amerika das dritte Land ist, welches in der Lage ist, Menschen in den Weltraum zu befördern und eine eigene Raumstation zu bauen.

Weiterentwickelte Interkontinentalrakete

Der Weg zu Chinas moderner Trägerraketenfamilie führte über die Interkontinentalrakete des Typs CSS-X-4. Es handelt sich hier um

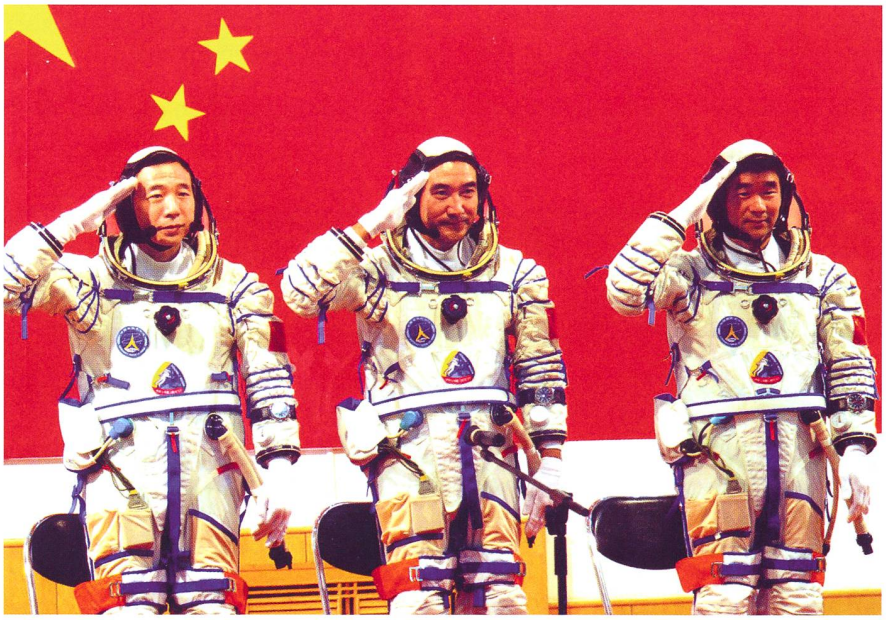

Abbildung 1: Die Besatzung der Shenzhou 7-Mission, Kommandant und EVA Astronaut Zhai Zhigang (Mitte), Flugingenieur Liu Boming (rechts) und Jing Haipeng (links), vor ihrem Raumflug im September 2008. (Bild: Xinhua/Archiv Schmidt)

Abbildung 2: Unter grossem Pomp wird jeweils der Roll-out der CZ-2F Trägerrakete auf dem Startkomplex von Jiuquan vorgenommen. Die 62 Meter hohe Trägerrakete wird auf dem Schienenweg zur 1500 Meter entfernten Abschussrampe gerollt. (Bild: Xinhua/Archiv Schmidt)

eine zweistufige Rakete mit einer Höhe von 32,57 Metern und einem Startgewicht von 191 Tonnen. Später wurde diese Rakete als «CZ-2» («Chang Zheng» = Langer Marsch 2) für Satellitentransporte in die niedere Umlaufbahn angeboten. In diese Umlaufbahnen (etwa 300 km) kann sie etwa 1300 Kilogramm transportieren. Eine kleinere Version, die CZ-1, welche aber dreistufig ist, kann auf eine 440 km hohe Kreisbahn 300 Kilo bei einer Bahnneigung von 70° transportieren. Sie wurde 1970 in den Dienst gestellt und transportierte am 24. April 1970 Chinas ersten Satelliten erfolgreich in die Erdumlaufbahn, während die CZ-2 ab dem Jahre 1974 Nutzlasten ins All transportierte.

1984 wurde die damals stärkste Version, die dreistufige CZ-3 in den Dienst gestellt. Sie wurde vor allem konzipiert, um Nutzlasten in die Transferbahn zum geostationären Orbit (etwa 36'000 km) Höhe zu befördern. Diese Umlaufbahnen sind vor allem für die Anwendungssatelliten (zum Beispiel Wettersatelliten) und Nachrichtensatelliten, also kommerzielle Nutzlasten interessant, da die Umlaufzeit des Satelliten in dieser Höhe mit der Zeit für eine Erdrotation übereinstimmt. Somit bleibt er für uns scheinbar immer über dem gleichen Ort stehen.

Der Westen wurde im Oktober 1985 auf China aufmerksam, nachdem Vertreter der östlichen Volksrepublik in Schweden weilten und eine Vereinbarung über einen Start des schwedischen Satelliten «Mail Star» mit der chinesischen Rakete «Langer Marsch 3» unterzeichneten. Dies bedeutete den ersten westeuropäischen Kunden für China, dem Neuling in der Raumfahrt. Schon ein halbes Jahr früher hatten die Chinesen dem Westen angeboten, ihre Satelliten mit der CZ-3-Rakete (Langer Marsch 3) in die Erdumlaufbahn zu befördern. Ausserdem noch etwa 15% billiger als damals ein Start mit der Europa-Rakete Ariane kostete. Zu diesem Zeitpunkt gaben die Chinesen an, bereits acht Reservierungen für Satellitentransporte auf ihrer Rakete zu haben. Diese Aussage erstaunte die Fachleute umso mehr, als China bis dahin erst einen erfolgreichen Start mit der CZ-3-Rakete durchgeführt hatte.

CZ-3 für Kommerzielle Nutzlasten

Bei der «Langer-Marsch-3»-Trägerrakete handelt es sich um eine dreistufige Transportrakete mit einer Startmasse von 202 Tonnen und einer Länge von 43,25 Metern (Ariane 1 = 47 Meter, 210 Tonnen). Der Durchmesser beträgt maximal 3,35 Meter. Bei einer Bahnneigung von 31,1° ist die CZ-3 in der Lage, einen 1400 Kilogramm schweren Satelliten in die geostationäre Transferbahn zu befördern. Sie wurde erstmals im Jahre 1984 eingesetzt und schoss einen 910 Kilogramm schweren Kommunikationssatelliten in 36000 Kilometer Höhe. Um den Kundenwünschen gerecht zu werden, boten die Chinesen schon damals zwei verschiedene Nutzlastverkleidungen an. Die erste Version besitzt eine Gesamthöhe von 5,84 Metern und weist einen Aussendurchmesser von 2,6 Metern auf. Darin finden Satelliten von 2 Metern Durchmesser Platz bei einer Höhe von 1,7 Metern. Der obere Konus kann die Antennen aufnehmen und ist etwas über 2 Meter hoch. Die zweite Version ist aussen sogar 3 Meter breit und gesamthaft 7,27 Meter hoch. Hier können grössere Satelliten untergebracht werden. Die Gliederung der chinesischen Raketen erinnert an das Konzept der europäischen Weltraumorganisation ESA mit ihrer Ariane-Familie, wobei die damals im Dienst stehende stärkste Version, die Ariane 4, 4,9 Tonnen Nutzlast zum GTO (Geo-Transfer-Orbit) transportieren konnte.

Massive Werbung

Dass die Chinesen mit ihrem Satellitentransportangebot ernst machen wollten, zeigte auch die «Space Commerce Conference» vom 16. bis 20. Juni 1986 in Montreux. An einem Ausstellungsstand, nahe des Eingangs platziert, war ein Modell im Massstab 1:10 der «Langer-Marsch 3»-Rakete aufgestellt, sowie Prospektmaterial mit relativ detaillierten Angaben über die Leistungen und Möglichkeiten der fernöstlichen Raketen. Daneben beeindruckte auch ein Videofilm eines Starts der CZ-3-Rakete, wie auch die zahlenmässig hohe Präsenz von Fachleuten am Stand. Der Ehrgeiz der Chinesen wurde durch ihre Absicht bekräftigt, bis zu 12 Raketen pro Jahr starten zu wollen. Damals wurden noch etwa 1 - 2 Satellitenträger gestartet. Das Gute an der chinesischen Kampagne Mitte der 80er-Jahre war sicher, dass China gezwungen wurde ihre Trägerraketen-Entwicklungen des Typs Langer Marsch publik zu machen.

Deutsche Experimente auf chinesischer Rakete

Einen wichtigen kommerziellen Erfolg konnte die chinesische Raumfahrt im August 1988 verbuchen. Eine Rakete des Typs «Langer Marsch 2» transportierte am 5. August eine Rückkehrkapsel mit deutscher Nutzlast zu einem achttägigen Flug in eine Erdumlaufbahn. Während des Raumfluges sollten Proteine auf die Kristallbildung in der Schwerelosigkeit hin untersucht werden. Die Kapsel wurde am 13. August wieder zur Erde zurückgesteuert und landete weich im Nordosten von China. Anschliessend wurde die Nutzlast zum Raumfahrtzentrum von Beijing transportiert und den deutschen Wissenschaftlern zur Auswertung übergeben. Insgesamt wurden im deutschen Nutzlastbehälter 104 Proben untergebracht. Das Experiment trug die Bezeichnung «Cosima». Das Bundesministerium für Forschung und Technologie hatte, vertreten durch das DLR (Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt), für zwei Starts von chinesischen Raketen vom Typ (Langer Marsch 2) Mitfluggelegenheiten gebucht. Der erste Flug erfolgte wie erwähnt zwischen dem 5. und dem 13. August. Wiederholt hatten die Chinesen dem Westen angeboten, ihre Trägerraketen von Typ «Langer Marsch 2» und 3 für kommerzielle Startdienste zur Verfügung zu stellen. Dazu wurde eigens eine Organisation unter dem Namen Great Wall Industry Corporation (GWIC) gegründet. Nachdem die französische Raumfahrtbehörde CNES am 5. August 1987 einen Flug mit einer Rückkehrkapsel ausführen liess, war Deutschland das zweite westeuropäische Land, das die chinesischen Startdienste in Anspruch genommen hat.

Erste Erfolge

Am 7. April 1990 erfolgte mit dem Start des Satelliten AsiaSat-1 der erste kommerzielle Satellitenstart der Chinesen. Er erfolgte vom Startzentrum Xichang aus mit einer Trägerrakete des Typs CZ-3. Einen weiteren Erfolg auf dem Weg zum kommerziellen Raumfahrtgeschäft konnte China kurze Zeit später, am 16. Juli 1990 verbuchen. Eine Rakete des Typs «Langer Marsch 2E» wurde mit einem pakistanischen Satelliten und einer grossen Satellitenattrappe erfolgreich gestartet. Es war das erste Mal, dass dieser Raketentyp zum Einsatz kam. Die CZ-2E kann Satelliten von bis zu 9 Tonnen Gewicht in eine 300 km hohe Umlaufbahn transportieren. «Langer Marsch 2E» liegt in der gleichen Grössenordnung wie die europäische Trägerrakete Ariane 4. Demgegenüber können die amerikanischen Atlas 1 und II 4,5 beziehungsweise 6,5 Tonnen Nutzlast in diese niedere Erdumlaufbahn befördern. Für die Volksrepublik China bedeutet der jetzt durchgeführte Start einen grossen Erfolg im Bestreben, beim kommerziellen Satelliten-Transportgeschäft ein Wort mitzureden. Die gestartete Satellitenattrappe hatte die Form eines australischen Aussat-B-Satelliten. Damit wollte China demonstrieren, dass es in der Lage ist, die schweren Kommunikations-Satelliten problemlos zu starten.

Erhöhung der Startkadenz

Um im kommerziellen Bereich Fuss zu fassen, war es für China unbedingt notwendig, die Startkadenz ihrer CZ-Raketen zu steigern. Am Beispiel der Tabelle 1, wo alle CZ-2-Starts aufgeführt sind, geht dies deutlich hervor. In den ersten Jahren bis 1988 erfolgte noch 1 CZ-2-Start pro Jahr. 1990 waren es deren 2 und bereits 1992 wurde 4 Starts dieses Typs durchgeführt. In den darauffolgenden Jahren konnte diese Anzahl beibehalten werden. Hinzu kommen natürlich die Starts der übrigen Raketen der CZ-Familie. Am 29. Mai 2012 erfolgte mit dem Start einer CZ4C-Rakete bereits der 9. (!) chinesische Start in diesem Jahr.

Kommerzielle Raketenstarts erfolgen meist mit der CZ-3- oder der CZ2-Baureihe. Je nach Mission (zivil oder militärisch) kommen die unterschiedlichen CZ-Modelle zum Einsatz. So werden für die bemannten Flüge der Shenzhou-Raumkapseln die CZ-2F-Trägerraketen eingesetzt.

Die Navigationssatelliten des Typs Beidou für das eigene Satellitenavigationssystem KOMPASS werden durch die CZ-3B-Raketen ins All befördert.

Wettersatelliten mit CZ-4

Am 6. September 1988 hat China den ersten Wettersatelliten auf eine sonnensynchrone Bahn in 903 Kilometern Höhe gestartet. Wenige Tage später aber geriet der Satellit ausser Kontrolle und musste aufgegeben werden. Beim Start von «Feng Yun 1» (Wind-Wolke) war erstmals eine Rakete vom Typ «Langer Marsch 4» zum Einsatz gelangt. Es handelt sich dabei um eine abgeänderte Rakete des Typs «Langer Marsch 3». Diese besitzt eine leistungsfähige Drittstufe, die mit flüssigem Wasserstoff und Sauerstoff arbeitet und für Satellitentransporte zur geostationären Bahn eingesetzt wird. Demgegenüber wird bei der Rakete «Langer Marsch 4» eine andere Drittstufe verwendet. Damit kann diese Version Satelliten von bis zu 4 Tonnen auf die 900 km hohe sonnensynchrone polare Umlaufbahn transportieren. Fast genau zwei Jahre nach dem ersten Wettersatelliten wurde das zweite identische Exemplar auf die Erdumlaufbahn gebracht. Der Start der Trägerrakete «Langer Marsch 4» erfolgte am 3. September 1990 vom eigens dazu errichteten Startplatz Taiyun, südlich von Beijing in der Provinz Shanxi. Wenige Stunden später konnten von einer chinesischen Bodenstation aus bereits die ersten Wetterbilder empfangen werden. Der Wettersatellit «Feng Yun 2»

wurde auf einer fast polaren Erdumlaufbahn in 903 km Höhe positioniert. Alle 103 Minuten umkreist er dabei die Erde. Man nennt diese Art von Umlaufbahn eine sonnensynchrone Umlaufbahn. Ungefähr auf gleichen Orbits umkreisen auch die amerikanischen Wetter- und Fernerkundungssatelliten NOAA unsere Erde. Beim nun erfolgten Start wurde dieser Raketentyp zum zweiten Mal eingesetzt.

Die CZ-Raketenfamilie

Wie eingangs erwähnt stammen die chinesischen Trägerraketen in erster Linie von weiterentwickelten Interkontinentalraken ab. Fast alle tragen die Bezeichnung CZ (siehe Kasten). Durch neue Entwicklungen in der Antriebstechnologie (zum Beispiel kryogene Raketenmotoren) konnte die Leistung der CZ-Typen laufend gesteigert werden und entsprechend ihres Einsatzbereichs angepasst werden. Schliesslich konnte auch die Zuverlässigkeit der Projektile enorm gesteigert werden, so dass auch Menschen in die Erdumlaufbahn transportiert werden können. Damit ist China zur 3. Weltraummacht, welche bemannte Raumfahrt aus eigener Kraft betreiben kann, herangewachsen. Die verschiedenen Modelle der CZ-Raketenfamilie sind nebenstehend aufgelistet:

- CZ-1-Reihe mit den Modellen CZ-1 & CZ-1D – leichte Trägerraketen (Nutzlast LEO 0,75t)
- CZ-2-Reihe mit den Modellen CZ-2C, CZ-2D, CZ-2E und CZ-2F – leichte bis mittelschwere zwei oder dreistufige Trägerraketen (Nutzlast LEO 2C 3,5t, 2E/F 8,5t), CZ-2F bemannt. In Rückkehrkapseln werden kommerzielle Nutzlasten (Experimente) angeboten.
- CZ-3-Reihe mit den Modellen CZ-3, CZ-3A, CZ-3B und CZ-3C – mittelschwere dreistufige Trägerraketen für GTO (Nutzlast 1,5t (CZ-3).. 5,2t (CZ-3B)) und interplanetare Bahnen. Die «Langer Marsch 3B» ist derzeit stärkste Variante, und speziell zum Transport von Kommunikationssatelliten in den Geostationären Transfer Orbit, GTO ausgelegt. Diese Rakete wird zu einem verhältnismäßig günstigen Preis auf dem internationalen Satelliten Transport Markt angeboten, konnte allerdings bisher nur wenige Startaufträge erhalten, da die USA die Einfuhr von US-amerikanischer Satellitentechnik nach China sanktionierten.
- CZ-4-Reihe mit den Modellen CZ-4, CZ-4B und CZ-4C – mittelschwere dreistufige Trägerraketen für polare und sonnensynchrone Bahnen (Nutzlast LEO 2,8t bis 4,5t) Erdbeobachtungssatelliten, Wettersatelliten, militärische Fernerkundungssatelliten stellen die typischen Nutzlasten dar.
- CZ-5-Reihe – Projekt einer Familie von mittelschweren bis schweren Trägerraketen ähnlich der Delta IV oder Atlas V der Amerikaner. Die erste Rakete dieses neuen Typs soll im Jahre 2014 zum Einsatz kommen. Damit sollen grosse Strukturen in die Umlaufbahn transportiert werden können.
- Die Entwicklung eines Raumgleiters war der dritte Schritt im Rahmen des 1992 gestarteten Projekts 921, in dessen Rahmen die nötige Technologie für bemannte Raumflüge geschaffen werden sollte. Das Projekt des Raumgleiters überschritt jedoch nie die Projektphase. Von Anfang an erwiesen sich die hierfür nötigen Ressourcen als zu kostenintensiv. 1999 gab es eine offizielle Verlautbarung zu diesem Thema, als Liu Jiyuan, Präsident der China Aerospace Corporation (CASC), bekannt gab, dass China derzeit an keinem Shuttle-Programm arbeitet und kein solches in Aussicht steht.

Trotz der beachtlichen Erfolge im chinesischen Raumfahrtprogramm ist es auch in China wiederholt zu Fehlstarts gekommen. Infolge der strengen Zensur wurden die Fehlschläge von chinesischen Raketen im Westen erst mit Verspätung und abgeschwächter Form bekannt. Ein schlimmer Fehlschlag erfolgte am 25. Januar 1995, beim fünften Start der CZ 2E-Rakete mit dem Satelli-

Die Trägerraketen «Langer Marsch»

Langer Marsch (chinesisch Chángzhēng, abgekürzt CZ, Chang Zheng), ist der Sammelname der chinesischen Trägerraketen, welcher von dem militärstrategischen Marsch Mao Tse Tung gegen die Regierung der Kuomintang abstammt. Gelegentlich wird auch die Bezeichnung LM (Long March oder Langer Marsch) anstelle von CZ für die chinesischen Trägerraketen verwendet. Im Weiteren findet man in den frühen Weltraumaktivitäten Chinas noch die FB Rakete. Feng Bao 1 (chinesisch «Sturm 1», abgekürzt FB-1) war eine frühe chinesische Satelliten-Trägerrakete. Sie wurde zwischen 1972 und 1981 verwendet. Die Entwicklung der Feng Bao begann im Herbst 1969 beim Büro Nr. 2 für elektromechanische Industrie in Shanghai.
Gleichzeitig wurde in Peking an der China Academy of Launch Vehicle Technology (CALT) aber auch an der Rakete Langer Marsch 2 (CZ-2) gearbeitet, die 1974 ihren Erststart hatte, und gegen die sich die FB-1 nicht durchsetzen konnte. Zuständig für die Entwicklung und Koordination des Programms ist die China National Space Administration (CNSA) (mjs)

Abbildung 3: Die chinesische Trägerraketenfamilie CZ («Chang Zheng» = Langer Marsch) in Reih und Glied, hier von links nach rechts: CZ-1, FB-1, CZ-2, CZ-2C, CZ-2D, CZ-3, CZ-3A, CZ-3B, CZ-3C, CZ-2E, CZ-2F, CZ-4A, CZ-4B (Bild: Chinese Internet/Archiv Schmidt)

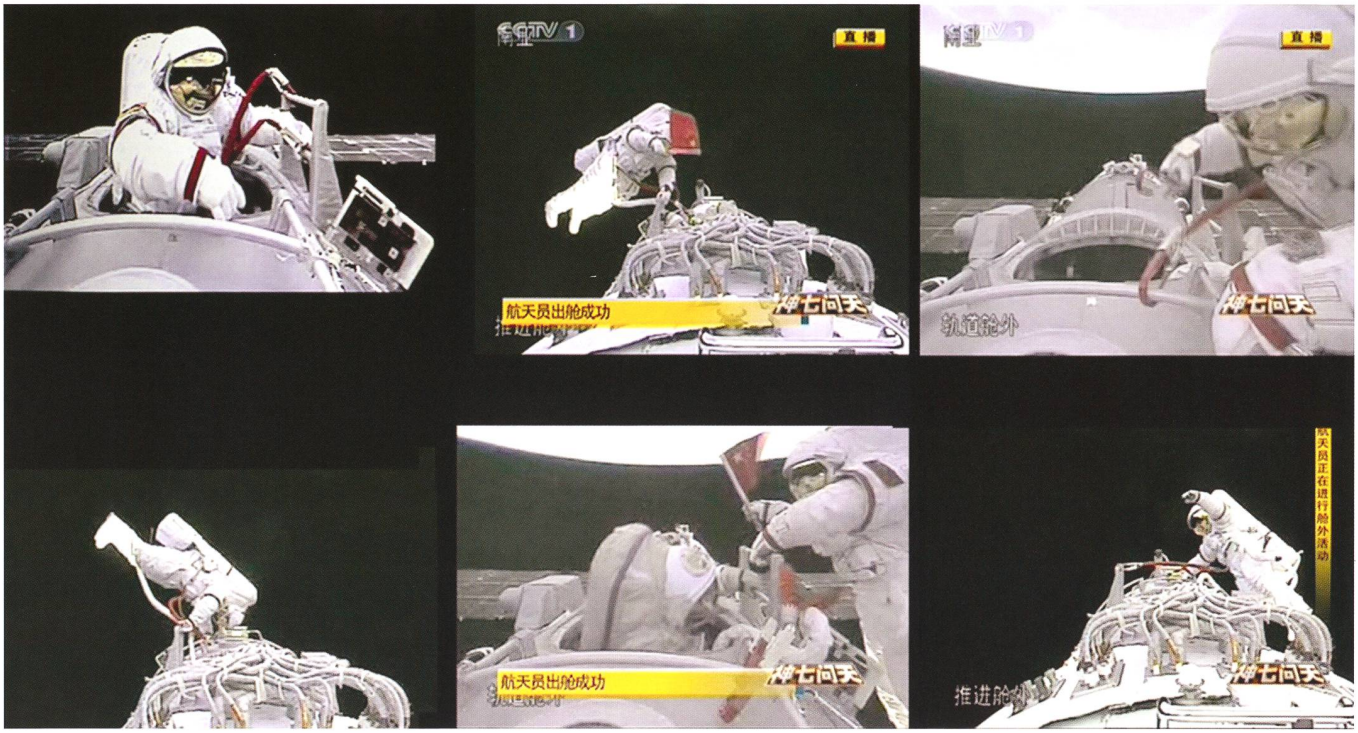

Abbildung 4: Der erste «Weltraumspaziergang», genannt EVA (Extra vehicular activity) eines chinesischen Astronauten wurde am Staatsfernsehen mit verschiedenen Kameras live aus dem Weltraum übertragen. Es war ein propagandistisches Spektakel. Zur Relativierung: der erste Russe und der erste Amerikaner haben ihre EVA's im März und Juni 1965 (!) durchgeführt. (Bild: China Television/Archiv Schmidt)

ten APStar 2. Die Rakete kam mit den Scherwinden, die es um die Berggipfel des Startzentrums in Xichang gibt, nicht zurecht. Schon am 21. Dezember 1992 kam dieser Raketentyp durch einen Softwarefehler nicht mit den Winden in Xichang zurecht, wodurch die Nutzlastverkleidung kollabierte und abgeworfen wurde. Die Rakete aber funktionierte trotzdem tadellos und brachte das Wrack des Satelliten Optus B2 in den Orbit. Die Rakete mit dem Satelliten APStar 2 an Bord kam aber dieses Mal vollkommen vom Kurs ab und stürzte einige Kilometer von der Startrampe entfernt auf ein Dorf. Dabei starben laut offiziellen Angaben 21 Menschen, wobei aber westliche Beobachter von mehr als 120 Toten ausgehen. Am 14. Februar 1996 ereignete sich ein Fehlstart einer Rakete des Typs «CZ-3B» mit einem INTELSAT-708-Satelliten, als die Rakete kurz nach dem Start in einem nahegelegenen Dorf einschlug. Es ist dabei eine nie bekannt gewordene Anzahl von Menschen bei der Explosion des Raketentreibstoffs ums Leben gekommen. Videoaufnahmen zeigen, dass die Rakete wenige Sekunden nach dem Start sich zu neigen begann und dann horizontal ins nahegelegene Berggebiet einschlug. Die Bewohner des Dorfes wurden im Schlaf überrascht, als die brennenden Raketentrümmer alles verwüsteten. Viele internationale Kunden sahen danach von weiteren Buchungen ab, denn von chinesischer Seite wurden diese Unfälle heruntergespielt und Untersuchungsergebnisse, die zum Teil sogar von US-Raketenspezialisten durchgeführt wurden, verschwiegen oder manipuliert. Die daraufhin ausgesprochenen Sanktionen der USA zum Technologietransfer nach China brachten mit sich, dass westliche Satelliten nicht mit chinesischen Raketen gestartet werden konnten, dies, weil fast in allen Satelliten U.S.- Technologie enthalten ist.

Drei operationelle Startplätze

Gegenwärtig stehen drei Startzentren für die Trägerraketen vom Typ Langer Marsch zur Verfügung. Für Satelliten auf Umlaufbahnen mit mittlerer Bahnneigung und für die bemannten Flüge mit dem Raumschiff Shenzhou starten die Raketen ab den Startanlagen von Jiuquan (40° 57'25"N / 100°17'32"O) in der Region Innere Mongolei. Dieser Komplex wurde bereits im Jahre 1956 eröffnet und ist der älteste und grösste Weltraumbahnhof Chinas. Für geostationäre Satelliten ist der Startpatz Xichang (28° 11' 49" N / 102° 04' 17" O) in der Provinz Sichuan vorgesehen. Satelliten, die auf sonnensynchrone und polare Umlaufbahnen gebracht werden müssen (namentlich für die Erdbeobachtung) werden vom Raumflugzentrum Taiyuan (38° 50' 50" N / 111° 36' 30" O) in der Provinz Shanxi aus gestartet.
Für besonders schwere Nutzlasten ist der südlichste Weltraumbahnhof Chinas, das Startzentrum von Wenchang (19° 37' 03" N / 110° 44' 36" O) auf der Insel Hainan im Bau. Es liegt nur 19 Breitengrade vom Äquator entfernt und soll 2013 in Betrieb gehen. Je näher ein Startplatz am Äquator liegt, desto mehr Nutzlast kann eine Rakete für die gleiche Umlaufbahn mit sich führen, weil die Erdrotation sozusagen als Starthilfe dient.

Erste Taikonauten

Der Flug der CZ-2F-Trägerrakete mit dem Shenzhou 5 am 15. Oktober 2003 war für China sicher von historischer Bedeutung. Zum ersten Mal befand sich mit dem Taikonauten Yang Liwe ein Mensch an Bord eines

Chinesischen Raumschiffes, und China wurde so zur 3. bemannten Weltraummacht. Der ausgebildete Kampfpilot YANG LIWE unternahm 14 Erdumkreisungen in 343 Kilometern Höhe und landete am 15. Oktober um 22:23 Uhr UTC in der inneren Mongolei. Die Gesamtflugzeit belief sich somit auf 21 Stunden und 23 Minuten. Der zurückgekehrte LIWE wurde schlagartig zum Superstar und das Selbstbewusstsein Chinas steigerte sich fast ins Unermessliche. Auch in den westlichen Medien wurde die Mission besonders hervorgehoben. Dabei wurde aber ausser Acht gelassen, dass die Russen und Amerikaner bereits 42 bzw. 41 Jahre früher einen bemannten Weltraumflug unternahmen.

Zwei Jahre nach YANGS Start machten sich zwei Taikonauten gemeinsam auf den Weg ins All und kehrten nach 115 Stunden mit dem Raumschiff Shenzhou 6 problemlos zur Erde zurück. Der Flug begann am 12. Oktober 2005. Für die Mission wurden die zwei Taikonauten FEI JUNLONG (Kommandant) und NIE HAISHENG (Pilot) in einen Erdorbit befördert. Missionsziele waren der Test leichterer Raumanzüge, wissenschaftliche Experimente, der erstmalige Umstieg in das Orbitalmodul und die Erprobung alltäglicher Dinge des menschlichen Bedarfs (Test einer neuen Toilette). Mit dem Raumschiff Shenzhou VII wurden knapp drei Jahre nach zweiten bemannten chinesischen Raumflug, erstmals drei Raumfahrer in den Weltraum geschossen. Es waren dies ZHAI ZHIGANG, (Kommandant), LIU BOMING und JING HAIPENG (Abb. 1). Alle drei absolvierten ihren ersten Raumflug. Die Rakete startete am 25. September 2008. Es war der dritte bemannte Flug eines Shenzhou-Raumschiffes und der siebte insgesamt im Shenzhou-Programm. Erstmals in der Geschichte der chinesischen Raumfahrt fand im Rahmen dieser Mission ein Aussenbordeinsatz statt (Abb. 4). Hauptaufgabe dieser Mission Chinas war der erste Ausstieg in den Weltraum. ZHAI ZHIGANG war am 27. September für knapp 14 Minuten ausserhalb des Raumschiffs. Hierbei wurde der Orbitalteil des Raumschiffs als Schleuse verwendet. Der Ausstieg wurde von mehreren Aussenbordkameras gefilmt. Ausserdem wurden Experimente und einfache Installationsarbeiten im schwerelosen Raum durchgeführt. Zunächst galt es, die Raumanzüge bei geöffneten Luken innerhalb des Orbitalmoduls zu erproben. Erst danach erfolgte der Ausstieg von ZHAI ZHIGANG aus dem Raumschiff, während LIU BOMING im Orbitalmodul blieb, um bei eventuellen Problemen eingreifen zu können. JING HAIPENG arbeitete im unter Druck stehenden Landemodul, um die Systeme und den Ausstieg selbst zu überwachen. Die Mission stellte ein wahres «propagandistisches Feuerwerk» dar, schwenkte doch der Taikonaut ZHAI ZHIGANG ein Fähnchen, um die chinesische Präsenz im Weltraum zu demonstrieren. Kameras inner- und ausserhalb des Raumschiffes übertrugen die Bilder des Ereignisses live zur Erde. Beide Raumfahrer waren mit einer Sicherungsleine mit dem Raumschiff verbunden, ZHAI manövrierte sich durch Handgriffe an der Aussenseite des Orbitalmo-duls und montierte auch ein Experiment aussen an Shenzhou 7 ab. Um 8:58 Uhr UTC war der Ausstieg offiziell beendet und ZHAI schloss die Luke des Orbitalmoduls. In der nächsten Stunde wurde der Luftdruck des Orbitalmoduls wieder erhöht und dem des Landemoduls angeglichen. Ausserdem wurde ein kleiner Satellit ausgesetzt, der beim Abflug Bilder von Shenzhou 7 aufnahm. Am 28. September landete die Rückkehrkapsel des Shzenzhou 7- Raumschiffs mit den drei Raumfahrern wieder in der inneren Mongolei. Damit wurden der Weg geebnet, beim vierten bemannten Raumflug an die kleine Raumstation Tiangong 1 erstmals anzudocken und die Station zu besetzen.

Russische Soyuz Verwandtschaft

Shenzhou (chinesisch = göttliches Schiff) ist die Bezeichnung für die bemannte chinesische Raumkapsel. Das Raumschiff Shenzhou ist dem russischen Sojus-Raumschiff sehr ähnlich und wurde vom Prinzip her kopiert («Made in China»). Wie das russische Vorbild besteht es aus drei Teilen, einem sogenannten Orbitalmodul, der Kapsel für die Taikonauten, und dem Servicemodul mit den notwendigen Einrichtungen für den Betrieb des Raumschiffs. Am Orbitalmodul wird ein Koppelungsadapter angebracht, um so an eine Raumstation anzudocken. Ausserdem enthält es die Einrichtung für die wissenschaftlichen Experimente und Bedürfnisse der Besatzung und wird auch als Luftschleuse eingesetzt. Nach der Trennung von der Rückkehrkapsel kann das Orbitalmodul noch etwa sechs Monate lang autonom in der Erdumlaufbahn für Experimente genutzt werden. An der vorderen Seite des Moduls kann anstelle eines Kopplungssystems eine Plattform als Instrumententräger installiert wer-

Überblick über das chinesische Weltraumprogramm: Starts der CZ-2-Typen seit 1974

Startdatum	Raketentyp	Startplatz	Nutzlast	Anmerkung
05.11.1974	CZ-2	Jiuquan	Fanhui Shi Weixing (FSW)? (Rückkehrkapsel)	Fehlschlag oder teilweiser Fehlschlag
26.11.1975	CZ-2C	Jiuquan	Fanhui Shi Weixing (FSW-1) (Rückkehrkapsel)	Der Satellit kehrte zur Erde zurück
07.12.1976	CZ-2C	Jiuquan	FSW	
26.01.1978	CZ-2C	Jiuquan	FSW	
09.09.1982	CZ-2C	Jiuquan	FSW	
19.08.1983	CZ-2C	Jiuquan	FSW	
12.09.1984	CZ-2C	Jiuquan	FSW	
21.10.1985	CZ-2C	Jiuquan	FSW	
06.10.1986	CZ-2C	Jiuquan	FSW	
05.08.1987	CZ-2C	Jiuquan	Fanhui Shi Weixing 1	CNES Experiment auf Rückkehrkapsel
09.09.1987	CZ-2C	Jiuquan	Fanhui Shi Weixing 1	
05.08.1988	CZ-2C	Jiuquan	Fanhui Shi Weixing 1	Deutsche Experimente COSIMA 1 und HKM
16.07.1990	CZ-2E		Badr-1 und Optus-Dummy	Erster Flug dieses Raketentyps
05.10.1990	CZ-2C	Xichang	Fanhui Shi Weixing 1	
09.08.1992	CZ-2D	Jiuquan	Fanhui Shi Weixing 2 1	Erster Start der CZ-2D, Technologieerprobungs- und Forschungssatellit, Rückkehr zur Erde und erfolgreiche Bergung am 25. August
13.08.1992	CZ-2E	Jiuquan	Optus B1	Geostationärer Kommunikationssatellit
06.10.1992	CZ-2C	Xichang	Fanhui Shi Weixing 1 4, Freja	Technologieerprobungs- und Forschungssatellit, Rückkehr zur Erde und erfolgreiche Bergung am 13. Oktober, schwedischer Forschungssatellit Freja
21.12.1992	CZ-2E	Jiuquan	Aussat B2, Optus B2	Fehlstart, Nutzlastverkleidung beim Start zerbrochen
08.10.1993	CZ-2C	Xichang	Fanhui Shi Weixing 1 5	Technologieerprobungs- Satellit, Rückkehr zur Erde misslang am 16. Oktober, verglüht im März 1996
03.07.1994	CZ-2D	Jiuquan	Fanhui Shi Weixing 2 2	Technologieerprobungs- und Forschungssatellit, Rückkehr zur Erde und erfolgreiche Bergung am 18. Juli
27.08.1994	CZ-2E	Jiuquan	Optus B3	Geostationärer Kommunikationssatellit Fehlstart, Trümmer töten 20 Bewohner eines Dorfes
25.01.1995	CZ-2E	Xichang	Apstar 2	
28.11.1995	CZ-2E	Xichang	Asiasat 2	
28.12.1995	CZ-2E	Xichang	Echostar 1	Aufklärungssatellit
20.10.1996	CZ-2D	Xichang	Fanhui Shi Weixing 2 3	
01.09.1997	CZ-2C/SD	Jiuquan		Kommunikationssatellit
08.12.1997	CZ-2C	Taiyuan	Satellit für Iridium	
25.03.1998	CZ-2C	Taiyuan	zwei Satelliten für Iridium	
02.05.1998	CZ-2C	Taiyuan	zwei Satelliten für Iridium	
19 08.1998	CZ-2C	Taiyuan	zwei Satelliten für Iridium	
19.12.1998	CZ-2C	Taiyuan	zwei Satelliten für Iridium	
11.06.1999	CZ-2C	Taiyuan	zwei Satelliten für Iridium	
19.11.1999	CZ-2F*	Taiyuan	Shenzhou 1	Erster Flug des Raumschiffs Shenzhou
09.01.2001	CZ-2F*	Jiuquan	Shenzhou 2	In-Orbit-Manöver, Test der Lebenserhaltungssysteme an einem Affen, einem Hund und einem Hasen
25.03.2002	CZ-2F*	Jiuquan	Shenzhou 3	Flug mit einem Testdummy, Landung am 1. April 2002 in der Inneren Mongolei
29.12.2002	CZ-2F*	Jiuquan	Shenzhou 4	Test aller benötigten Subsysteme
15.10.2003	CZ-2F*	Jiuquan	Shenzhou 5	Erster bemannter Weltraumflug Chinas
03.11.2003	CZ-2D	Jiuquan	Fanhui Shei Weixing 3 1	
29.12.2003	CZ-2C	Xichang	Double Star 1 (Tan Ce 1)	In Kooperation mit der ESA
18.04.2004	CZ-2C	Xichang	Naxing 1	
25.07.2004	CZ-2C	Taiyuan	Double Star 2 (Tan Ce 2)	In Kooperation mit der ESA
29.08.2004	CZ-2C	Jiuquan	Fanhui Shei Weixing 3 2	
27.09.2004	CZ-2D	Jiuquan	Fanhui Shei Weixing 3 3	
18.11.2004	CZ-2C-III	Xichang	Shijian 2	
05.07.2005	CZ-2D-IV	Jiuquan	Wissenschaftssatellit Shijian 7	
02.08.2005	CZ-2C-III	Jiuquan	Wissenschaftssatellit FSW-21	Rückkehr zur Erde am 29. August 2005
29.08.2005	CZ-2D-IV	Jiuquan	Wissenschaftssatellit FSW-22	Rückkehr zur Erde am 16. September 2005
12.10.2005	CZ-2F*	Jiuquan	Shenzhou 6	Flug mit zwei Taikonauten; Rückkehr zur Erde am 16. Oktober 2005, um 22:32 Uhr MESZ
09.09.2006	CZ-2C	Jiuquan	Shijian-8	Rückkehrkapsel zur Erforschung der Züchtung von Samen für die Landwirtschaft
11.04.2007	CZ-2C	Taiyuan	HY-1B	
25.05.2007	CZ-2D	Jiuquan	Yaogan 2	Fernerkundung
06.09.2008	CZ-2C	Taiyuan	Huanjing 1A and 1B	Erdbeobachtungssatelliten
25.09.2008	CZ-2F*	Jiuquan	Shenzhou 7	Flug mit drei Taikonauten
05.11.2008	CZ-2D	Jiuquan	ChuangXin-1 (02) ShiYanWeiXing-3	
01.12.2008	CZ-2D	Jiuquan	Yaogan-4	Fernerkundung
22.04.2009	CZ-2C	Taiyuan	Yaogan-6	Fernerkundung
12.11.2009	CZ-2C	Jiuquan	Shijian 11-01	Experimentalsatellit
09.12.2009	CZ-2D	Jiuquan	YaoGan Weinxing-7	Aufklärungssatellit
15.06.2010	CZ-2D	Jiuquan	Shijian-12	Forschungssatellit
24.08.2010	CZ-2D	Jiuquan	Tian Hui-1	Erdbeobachtungssatellit
22.09.2010	CZ-2D	Jiuquan	Yaogang 11	Erdbeobachtungssatellit
05.07.2011	CZ-2C	Jiuquan	Shijian-11-03	Forschungssatellit
29.07.2011	CZ-2C	Jiuquan	Shijian-11-02	Forschungssatellit
18.08.2011	CZ-2C	Jiuquan	Shijian-11-04	Forschungssatellit, Fehlstart
29.09.2011	CZ-2F	Jiuquan	Tiangong 1	Erste chinesische Raumstation
31.10.2011	CZ-2F*	Jiuquan	Shenzhou 8	Chinesisches unbemanntes Raumschiff
20.11.2011	CZ-2D	Jiuquan	Shiyan Weixing-4 und Chuang Xin 1-03	Forschungssatellit, Erdbeobachtungssatellit
29.11.2011	CZ-2C	Taiyuan	YaoGan Weixing 13	Fernerkundung
06.05.2012	CZ-2D	Jiuquan	Tian Hui-1B	Erdbeobachtungssatellit
16.06.2012	CZ-2F	Jiuquan	Shenzhou 9	Erstes Docking Manöver an die Raumstation Tiangong1

Tabelle 1

den. Zwei Orbitalmodule könnten somit auch eine kleine Raumstation bilden. Die Kapsel für die Taikonauten wird für den Start ins All sowie die Rückkehr zur Erde genutzt. Schliesslich versorgt das Servicemodul die Besatzung mit allem Notwendigen. Über die Solargeneratoren wird die elektrische Energie für die Kapsel generiert, und im Serviceteil befinden sich auch die Tanks mit Sauerstoff, Wasser und Kommunikationseinrichtungen. Erst kurz vor dem Wiedereintritt in die Erdatmosphäre wird das Servicemodul von der Kapsel getrennt und verglüht in der Lufthülle der Erde. Im Gegensatz zu den russischen Soyuz-Raumschiffen ist Shenzhou bedeutend modernisiert worden. Es ist in fast allen Abmessungen grösser und kann, statt drei, bis zu vier Personen transportieren. Die Gesamtmasse liegt bei etwa 7,8 Tonnen. Die Gesamtlänge beträgt 8,65 Meter. Doch trotz aller Neuerungen operieren die Chinesen mit einem Konzept aus den 70er-Jahren.

Eigene kleine Raumstation

Die Testraumstation Tiangong 1 «Himmlischer Palast 1» wurde am 29. September 2011 gestartet und umläuft die Erde gegenwärtig in einer Höhe zwischen 331 und 336 Kilometern bei einer Bahnneigung von 42,8°. Tiangong 1 ist etwa 9 Meter lang, hat einen Durchmesser von maximal 3,3 Metern und hat eine Startmasse von 8,4 Tonnen. Das Raumfahrzeug besitzt zwei Solarzellengeneratoren zur Energieversorgung mit einer Gesamtspannweite von 17 Metern. Es besteht aus zwei grossen Sektionen, dem vorderen Orbitalmodul und dem Servicemodul. Das Orbitalmodul besitzt ein Raumvolumen von etwa 15 m^3. Am vorderen Ende befindet sich ein Kopplungsstutzen. Hier können Raumschiffe vom Typ Shenzhou andocken.

Am 16. Juni, um 10:37:24 UTC (12:37:24 MESZ) dieses Jahres ist der chinesische Traum in Erfüllung gegangen. Beim vierten bemannten Flug des Shenzhou-Raumschiffs wurde die kleine Raumstation angeflogen! Shenzhou 9 vollzog am 18. Juni 2012 als erstes chinesisches Raumschiff ein bemanntes automatisches Kopplungsmanöver im All. Dazu führte Shenzhou 9 einen auf dem russischen APAS-System basierenden Kopplungsadapter mit. Kopplungsziel war das chinesische Raumlabor Tiangong 1, das seit dem 29. September 2011 in der Erdumlaufbahn ist. Drei Stunden nach dem Andockmanöver betraten Jing Haipeng, Liu Wang und Liu Yang als erste chinesische Taikonauten das Raumlabor. An Bord befindet sich zum ersten Mal eine Frau. Die Astronautin Liu ist eine von zwei Frauen, die für das chinesische Raumfahrtprogramm ausgewählt wurden. Während der über 10-tägigen Mission wurden vor allem die Lebensbedingungen an Bord der Station überprüft, medizinische Untersuchungen vorgenommen, technische Systeme erprobt und deren Zweckmässigkeit eingeschätzt. Zur körperlichen Belastung befinden sich ein Ergometer und einfache Trainingsgeräte an Bord. Medizinische Daten werden beispielsweise über Blutdruck und Puls rate in Ruhe oder Belastung gesammelt. Auch EEG und EKG können erfasst werden. Vor und nach dem Raumflug werden Daten über Muskeln und Knochenbeschaffenheit ermittelt. Es existiert aber auch bereits eine kleine Wasseraufbereitungsanlage in der Station, die zumindest Brauchwasser bereitstellt. Am 24. Juni 2012 koppelte die Besatzung das Shenzhou-Raumschiff von der Raumstation ab und dockte manuell nochmals an. Damit wollten die Chinesen unter Beweis stellen, dass sie sowohl die automatische wie auch manuelle Rendezvous-Technik im Weltraum beherrschen. Mit 13 Tagen Dauer war es die längste bemannte Mission, die China jemals durchgeführt hat. Letzten Herbst dockte das unbemannte Shenzhou-8 Raumfahrzeug zweimal erfolgreich an die kleine Tiangong-Raumstation an. In der Tat ist ein selbsttätiger Andockvorgang, der vom Boden aus überwacht wird, schwieriger als einer, der von der Besatzung durchgeführt wird. Die grossen Herausforderungen einer dreizehntägigen Mission liegen für die junge chinesische Raumfahrtindustrie in Bereichen wie der Lebenserhaltungstechnik für die Mannschaft und der Zuteilung von Ressourcen während der Mission. Die Shenzhou-Kapsel ist am 29. Juni 2012 in der Wüste Gobi mit den drei Taikonauten weich gelandet.

Nach dem erfolgreichen Abenteuer ist nun als weiterer Schritt der Ausbau der Raumstation geplant. So stehen die Nachfolge Raumstationen Tiangong-2 und 3 bereits in Entwicklung. Bis zum Jahre 2020 will China eine aus mehreren Modulen bestehende Raumstation von 60 Tonnen Masse in der Erdumlaufbahn betreiben.

Welche wissenschaftlichen Erkenntnisse die Chinesen sich nun von der bemannten Raumfahrt versprechen, bleibt einstweilen ihr Geheimnis, zumal sie trotz ihrer schnellen Fortschritte noch Jahrzehnte brauchen dürften, um das Niveau der USA und anderer Nationen zu erreichen. Neben der rund 400 Tonnen schweren ISS würde selbst die ausgebaute chinesische Raumstaion geradezu winzig wirken. Die politischen Vorteile des bemannten Raumfahrtprogramms lie-

Abbildung 5: Am 18. Juni 2012 betraten die drei chinesischen Taikonauten (darunter eine Frau in Bildmitte) zum ersten Mal die kleine Raumstation Tiangong 1 – ein wichtiger Meilenstein für das bemannte chinesische Weltraumprogramm. (Bild:CCTV/Archiv Schmidt)

gen dagegen auf der Hand. Dass Staatchef Hu Jintao im Raumfahrtzentrum auftauchte, hat laut Cheng einen einfachen Grund: *«Innenpolitische Legitimität gewinnen durch eine weitere Demonstration der chinesischen Leistungsfähigkeiten dank der Kommunistischen Partei.»* Zudem startete «Tiangong 1» unmittelbar vor dem Nationalfeiertag. *«Es hilft, den Nationalstolz zu entfachen und in schwierigen Zeiten das Vertrauen in die Regierung zu stärken»*, kommentierte der australische Raumfahrtexperte Morris Jones.

Mond und Mars

China ist nun dabei sich auch in der interplanetaren Raumforschung zu betätigen. Erste Erfolge konnten mit der Realisierung von zwei Mondsonden verbucht werden, während der erste chinesische Marssatellit ein Fehlschlag wurde. Die Mars-Sonde Yinghuo-1 (Leuchtkäfer) wurde am 8. November 2011 von Baikonur als Huckepacknutzlast der russischen Marssonde Fobos-Grunt mit einer Zenit-3F-Rakete gestartet. Die Zusammenarbeit von China und Russland bei dieser Mars-Mission war 2007 vereinbart worden. Fobos-Grund strandete jedoch in einer Erdumlaufbahn und konnte nicht mehr Richtung Mars starten. Damit galt die Mission als gescheitert. Am 15. Januar 2012 trat Yinghuo-1 zusammen mit Fobos-Grunt in die Erdatmosphäre ein und verglühte über dem Ostpazifik.

Die erste chinesische Mondsonde «Chang'e-1» wurde am 26. Oktober 2007 vom chinesischen Raumfahrtzentrum Xichang in der südwestchinesischen Provinz Sichuan aus erfolgreich ins All gebracht. China hat damit eine neue Ära seiner Weltraumforschung eingeläutet. Noch nie hat China so weit von der Erde entfernt das Weltall erforscht. Mit dem ersten chinesischen Mondorbiter konnte die Oberfläche des Erdtrabanten kartografiert werden, und 2009 veröffentlichen die chinesischen Wissenschaftler eine globale Karte des Mondes. Schon im darauffolgenden Jahr, am 1. Oktober 2010, wurde mit Chang'e-2 die zweite Mondsonde realisiert. Eigentlich handelte es sich dabei um die Ersatzsonde für Chang'e-1, jedoch wurden die wissenschaftlichen Instrumente modifiziert und Chang'e-2 wurde auf eine niedrige Mondumlaufbahn gebracht. Sie war mit 100 Kilometern Höhe über der Oberfläche nur noch halb so hoch wie bei Chang'e-1. Im Mai 2011 wurde der mondnächste Punkt der Bahn weiter abgesenkt und lag nur noch 15 Kilometer über dem Sinus Iridum! So konnten Aufnahmen mit einer Auflösung von 1,5 Metern pro Bildpunkt von der geplanten Landeregion des Rovers Chang'e-3 gemacht werden. Basierend auf Fotos des chinesischen Mond-Orbiters Chang'e-2 wurde eine vollständige Mondkarte erstellt und anfangs Februar 2012 durch die Nachrichtenagentur Xinhua veröffentlicht. Die Aufnahmen zeigen Details bis hinab zu einer Grösse von sieben Metern und entstanden aus Höhen zwischen 100 und 15 Kilometern. Die Mondsonde Chang'e-2 wurde am 9. Juni 2011 mit Hilfe ihres Triebwerks aus dem Mondorbit heraus manövriert und zum Librationspunkt L2, etwa 1.5 Millionen Kilometer von der Erde entfernt gesteuert. Dort dient sie für Kommunikationsversuche, damit Erfahrungen für zukünftige interplanetare Raumsonden gewonnen werden können. Ausserdem hat sie dort bis Anfangs April dieses Jahres Sonnenwindmessungen durchgeführt. Chang'e 2 hat seine Position an L2 offenbar um den 15. April verlassen. Nach Einschätzung von westlichen Experten soll die kleine Mondsonde nun den Asteroiden Toutatis anfliegen.

Nach der geplanten weichen Landung des Rovers Chang'e-3 im Jahre 2013, will China im Jahr 2017 den nächsten Schritt seines Mondprogramms unternehmen: Dann soll ein weiterer Forschungsautomat Mondgestein sammeln und die Proben sicher zu Erde zurückbringen. Immer wieder wird auch darüber spekuliert, dass China auch eine bemannte Mondlandung ins Auge fassen könnte. Im vergangenen Jahr waren chinesischen Raumfahrer zum ersten Mal aus ihrem Raumschiff in den freien Weltraum ausgestiegen. Und im Juni dieses Jahres haben die Chinesen mit «Tiangong-1» eine erste einfache Weltraumstation im Erdorbit in den bemannten Betrieb genommen.

Dritte Aufgabe für Chang'e 2

Die Begegnung mit Toutatis der Sonde Chang'e 2 könnte um den 6. Januar 2013 erfolgen. Bilder des Asteroiden Toutatis einzufangen ist ein schwieriges Unterfangen und wäre für die chinesischen Techniker und Wissenschaftler eine grossartige Premiere. Im Vergleich zum Mond ist der Asteroid mit 4,5 × 2,4 × 1,9 km nämlich sehr klein. Zudem kann Chang'e 2 den Kleinkörper lediglich passieren und hat damit nur wenig Zeit für wissenschaftliche Untersuchungen und Bilder. Am 12. Dezember 2012 erreicht Toutatis erneut seine erdnächste Position, etwa 7 Millionen Kilometer von der Erde entfernt. Kurze Zeit später böte sich für die Raumsonde Chang'e 2 die Gelegenheit eines weiteren Vorbeiflugs. Für eine gelungene Aufnahme müsste dieser in weniger als 5'000 Kilometern Entfernung erfolgen. Der Abflug am 15. April 2012 markierte also den Beginn der dritten Nutzungsphase des eigentlich nur als Mondsonde geplanten Raumfahrzeugs.

Chinesische Mondlandung 2013

Chinas dritte Mondsonde Chang'e-3 soll voraussichtlich im Jahre 2013 gestartet werden und eine Landung auf dem Mond und Mond-Erkundungen durchführen. Anders als die vorherigen zwei Orbiter soll Chang'e-3 angeblich «Beine» haben, um das Raumfahrzeug bei der Landung zu unterstützen, wie Ye Peijian, Oberbefehlshaber der Chang'e-3 an der China Academy of Space Technology sagte. Der Orbiter wird ein Mondauto und andere Instrumente für Gebietsuntersuchungen, die Beurteilung der Lebensbedingungen und Weltraumbeobachtungen mitführen. Das 100 Kilogramm schwere Mondgefährt, Chinas erster derartige Rover, soll auf dem Mond mehr als drei aufeinander folgende Monate arbeiten können. Es soll fähig sein, grosse Krater zu umfahren und kleine zu durchqueren. Eine fortschrittliches Erkennungs- und Navigationssystem werde installiert, und eine TK-Anlage werde es den Wissenschaftlern ermöglichen, das Auto von der Erde aus zu steuern erklärte Ye Peijian. An internationalen Raumfahrtausstellungen wurde wiederholt ein Mond-Rover am chinesischen Stand vorgestellt.

Men J. Schmidt
Astronomie & Raumfahrt
Kirchstr. 57a, P.O. Box 155
CH-9200 Gossau, SG