

# Raumfahrtaktivitäten in China

Patrick Ludwig, Universität Würzburg, Am Hubland, D-97074 Würzburg

patrick.ludwig@stud-mail.uni-wuerzburg.de

## I. EINLEITUNG

Diese Arbeit erläutert grob die Raumfahrtaktivitäten in China, welche in der Nachkriegszeit stattgefunden haben, momentan laufen, oder in der nahen Zukunft geplant beziehungsweise erdacht sind. Hierbei wird der historische Ursprung der Raumfahrt im chinesischen Altertum ausgelassen da dieser in keiner direkten Kontinuität zu den Ereignissen des 20. und 21. Jahrhunderts steht. Zunächst ist es demnach wichtig zu etablieren wo diese modernen Raumfahrtaktivitäten ihren Anfang hatten, dies geschieht in Kapitel II. Dabei gilt besonderes Augenmerk der Zeit der Abhängigkeit des Raumfahrtprogramms von externem Geschehen bis dieses sich dazu entwickelt eigenständige Innovationen erzielen zu können. Es folgen vergangene Projekte, Errungenschaften und Fehlschläge in chronologischer Reihenfolge die die wichtigsten Augenblicke der Raumfahrt in China darstellen. Hierbei werden einige Situationen aus sowohl internationalem als auch chinesischem Blickwinkel erläutert, da diese sich teilweise signifikant unterscheiden. Zum Verständnis der Interaktion zwischen dem chinesischen Raumfahrtprogramm und Institutionen anderer Nationen, beziehungsweise privater Unternehmen werden zudem Chinas internationale Kooperationen und Embargos dargelegt. Diese sind ein entscheidender Faktor im stark wachsenden internationalen Markt der kommerziellen Raumfahrt, und besonders wichtig für Chinas komplexe interne Organisationsstruktur des nationalen Raumfahrtprogramms. Um diese Struktur zu entschlüsseln geht diese Arbeit auch auf die Raumfahrtunternehmen Chinas und die kommerzielle Raumfahrt im Land der Mitte ein. Zum Schluss befasst sich Kapitel VI mit den momentan laufenden Projekten und Programmen der chinesischen Raumfahrt, welche nicht nur einen Einblick in den aktuellen Stand der chinesischen Technologie bieten, sondern auch klar Chinas Ziele im Weltall in den nächsten Jahren und Jahrzehnten darstellen.

## II. ENTSTEHUNG DES RAUMFAHRTPROGRAMMS IN CHINA

### A. Erste Bestreben

Chinas Präsident Mao hatte nach dem zweiten Weltkrieg Angst zunehmend von den Supermächten Russland und Amerika nicht mehr ernst genommen zu werden oder waffentechnisch zurückzufallen und begann deswegen mit der Erforschung von Atomraketen. Obwohl die Atomraketen anfänglich noch der klare Fokus bleiben sollten so wurde bald klar, dass das Weltall und die Raketentechnologie noch mehr bieten könnten. So kam es letztendlich zur Gründung der 5. Akademie Chinas im Jahre 1956 welche später den Namen *Chinese Space Academy* tragen sollte.[10] Die Erschaffung dieser Akademie basiert stark auf dem aus Amerika

zurückkehrenden Tsien Hsue Shen, welcher dort am *Massachusetts Institute of Technology* und dem *California Institute of Technology* studiert hatte. Während seiner Studien begann er zusammen mit anderen Studenten um das Jahr 1935 an Raketen zu experimentieren und Prototypen aus gefundenen Schrottteilen in den Himmel zu schießen. Diese Gruppe fand ihr Hobby schon bald vom amerikanischen Militär finanziell unterstützt, und sie starteten tatsächliche wissenschaftliche Erkenntnisse zur Optimierung vom Raketenflug zu machen und zu veröffentlichen. Während des Krieges wurde Tsien Mitbegründer des berühmten Jet Propulsion Laboratory (Missionszentrale für die Apollo-Missionen) und dessen erster Leiter der Forschungsanalyse.[3] Tsien kehrte nach dem Krieg nach China zurück und legte dort der Regierung eine Veröffentlichung seiner Meinung zur Etablierung einer Luft und -Raumfahrtindustrie zu Verteidigungszwecken vor. Die Regierung unter Mao erstellte schnell eine Kommission mit Tsien als Mitglied für den Aufbau dieser Industrie. Zu diesem Zwecke wurde dann die 5. Akademie gegründet. Der Name war absichtlich kryptisch, und das Programm streng geheim. Der Initiale Auftrag der Akademie war es Personal und Kompetenzen in diesem Gebiet aufzubauen, dafür beschränkte man sich zunächst darauf Ingenieure in die Welt der Raketen einzuführen.

### B. Zusammenarbeit mit der Sowjetunion

Um mit dem Bau von eigenen Raketen beginnen zu können brauchte China eine stabile Basis an Wissen, Tsien, der die V2 in Deutschland 1945 selbst vor Ort im Auftrag Amerikas untersucht hatte, wusste wo China entsprechende Baupläne erhalten könnte.[3] So erwarben die Chinesen 1957 von der Sowjetunion R-1 Raketen (Nachbauten Deutscher V-2 Raketen). Dass Russland aber keinen Fortschritt mit den Raketen in den letzten 11 Jahren erzielen konnte glaubte man ihnen nicht. China drängte deswegen darauf neuere Technologie verkauft zu bekommen und bekamen tatsächlich im Folgejahr das Nachfolgemodell zur R-1, die R-2. Die Sowjetunion überreichte auch circa zehntausend Baupläne und Blaupausen von einzelnen Komponenten und relevanten Technologien, zusammen mit sowjetischen Wissenschaftlern welche in China aushalfen. Weiterhin erhielt China die Möglichkeit eine Gruppe von 50 Ingenieuren nach Moskau zu senden, um dort die russische Raketentechnologie zu erlernen. Die Russen selbst waren mit ihrer eignen Technologie zu dieser Zeit bereits fünf Generationen weiter und am Bau der R-7, welche Sputnik bald ins All bringen sollte. China wusste davon aber nichts und begann so die alten R-2 Modelle selbst zu produzieren, was sich, wie sie bald feststellten, als äußerst schwer herausstellen sollte. China hatte nicht die benötigten Rohmaterialien im Land, wie bestimmte Aluminium und Gummiprodukte. Deswegen

begannen sie einerseits unverfügbare Materialien zu ersetzen und andererseits von den Russen zu kaufen. 1960 war die *Dōngfēng Yīhào* (DF-1 Chinas Name für die R-2) fertig und flugbereit.

### C. Zerfall der Sino-Russischen Beziehungen

Zwei Wochen vor Launch zerbrachen jedoch die Beziehungen zwischen China und der Sowjetunion auf politischer Ebene. Die Chinesen waren daraufhin auch beim Raketenbau auf sich allein gestellt. Die DF-1 flog dennoch erfolgreich, nur gab es nun nur noch wenige Beteiligte die den Flug auswerten und Probleme aufzeigen konnten. Darüber hinaus war der Bau weiterer DF-1 unmöglich geworden. Um ohne russische Hilfe auskommen zu können, waren daher weitere Anpassungen nötig. Nachdem die erste Neuauflage der DF-1 (genannt DF-2) fehlschlug, war die DF-2A im Jahr 1964 erfolgreich. China hatte nun eine nuklear fähige Rakete, welche als solche 1966 erprobt wurde, im selben Jahr startete auch die DF-3 welche 2500km statt nur 1000km weit fliegen konnte und die erste wahre eigenständige Innovation Chinas im Gebiet der Raumfahrt darstellt.

### D. Von Akademie zum Unternehmen

Nach dem Tod von Mao am 9. September 1976 rückte das Raumfahrtprogramm zunehmend aus dem Schatten. Bisher lagen Kontrollfunktionen bei sehr grob definierten politischen Einheiten, mit schwer verständlichen Bezeichnungen. Erst im April 1982, wurde dem Amt ein der Aufgabe entsprechender Name gegeben. Dies war vor allem nötig um Chinas nächstes Ziel zu erfüllen; Internationale Anerkennung ihrer Raumfahrt-technischen Leistungen und dadurch der Einstieg der chinesischen Raketen in den Weltmarkt. Dies wurde dann auch drei Jahre später im Jahr 1985 erreicht. Am 5. Juli 1988 wurde das *Ministry of Aviation and Aerospace Industry* gegründet und übernahm die Leitung des Raumfahrtprogramms. Im Juni 1993 kam es dann zur Erschaffung einer pseudo Raumfahrtagentur als Nachgänger zu diesem Ministerium. Diese übernahm ihrerseits wieder *de jure* das Raumfahrtprogramm aber nicht *de facto*. Die *de facto* Kontrolle kam in die Hände eines ebenfalls neu erschaffenen staatlich kontrollierten Unternehmen, die *China Aerospace Corporation* (CAC).[1] China sah in der Einführung von limitiertem Kapitalismus, also dem Ersetzen von staatlichen Behörden durch nur limitiert überwachte staatliche Unternehmen einen Weg deren Arbeit sowohl effizienter zu gestalten als auch profitabel zu machen. Genau aus diesem Wunsch nach Kapitalisierung wurde dann die CAC, welche effektiv ein Monopol innehielt, im Juli 1999 gespalten. Aus dieser Trennung entstanden die *China Aerospace Science and Technology Corporation* (CASC) und *China Aerospace and Science and Industry Corporation* (CASIC). Tatsächlich stellen CASC und CASIC aber keine einzelnen Unternehmen dar sondern sind massive Konglomerate, mit dutzenden untergeordneten Unternehmen, Forschungsinstituten und Universitäten. Die letzte strukturelle Veränderung bis zum Jahr 2017 gab es dann in 2003. Die Kommission zur Kontrolle und Verwaltung von Staatsvermögen, oder kurz SASAC, wurde begründet. Der

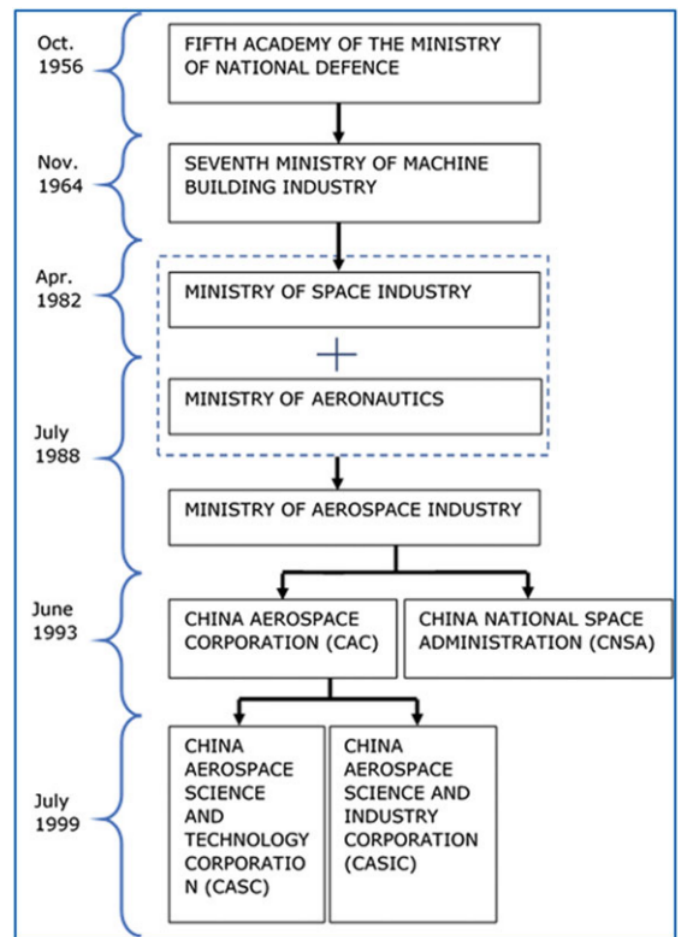


Abbildung 1. Übersicht über die Entwicklung der internen Struktur des chinesischen Raumfahrtprogramms. [1]

Kommission obliegt seither die politische Aufsicht über eine Großzahl der staatlichen Unternehmen, inklusive CASC und CASIC.

### III. VERGANGENE PROJEKTE, ERRUNGENSCHAFTEN UND FEHLSCHLÄGE

Nachdem in Kapitel II die Entwicklung der Institutionen der chinesischen Raumfahrt dargestellt wurde, sollen nun in chronologischer Ordnung die Projekte, Errungenschaften und Fehlschläge dieser aufgezeigt werden. Es werden also entscheidende Wendepunkte erläutert, welche Chinas Raumfahrtaktivitäten entscheidend geprägt haben und noch bis heute beeinflussen.

#### A. Der Beginn der Chángzhēng Raketen Familie

Alle bisher erwähnten Raketen dienten des Transports möglicher nuklearer Sprengköpfe. Die zuletzt genannte DF-3 wurde separat zu DF-4 und CZ-1 weiterentwickelt. Erstere diente immernoch dem selben Zweck, letztere jedoch flog 1970 erfolgreich ins All aus nicht waffentechnischen Gründen. Um

dort Chinas ersten Satelliten *Dōngfānghóng Yīhào* (Der Osten ist Rot - 1) zu stationieren. Da die *Chángzhēng* Raketen Familie noch heute Chinas Hauptfamilie von Launchern darstellt wird sie nicht hier sondern erst später in Kapitel VI-A genauer erläutert.

### B. *Dōngfānghóng*

*Dōngfānghóng* war bedeutend größer als die Erstsatelliten aller anderen Nationen die bis dahin das All erreichten (Sowjetunion, Vereinigte Staaten von Amerika, Frankreich, Japan). Mit 173 kg Masse war seine Reise in den Weltraum beeindruckend für eine Nation die noch nie Satelliten gestartet hatte. *Dōngfānghóng* sendete 20 Tage lang das gleichnamige chinesische Lied als Radioübertragung.

### C. *Projekt 714 Shǔguāng*

Chinas erster ansätzliche Versuch in die Welt der bemannten Raumfahrt einzusteigen geschah durch dass am 14. Juli 1967 ins Leben gerufene Projekt 714. Der Plan war es, eine Raumkapsel zu bauen gleich dem amerikanischen Gemini Programm. Dies scheiterte jedoch an finanziellen und politischen Problemen und wurde somit bereits 1972 wieder aufgegeben.

### D. 863 Programm

Das 863 Programm ist ein Programm zur Förderung der Entwicklung von High-Tech. Dabei geht es vor allem darum in entscheidenden Technologien wie Raumfahrt, Laser, Energie oder Telekommunikation große Sprünge nach vorne zu machen um international kompetitiv zu werden und zu bleiben. Im Rahmen dieses Programms wurden viele entscheidende Technologien entwickelt, welche zunächst auch oft Erkenntnisse der fundamentalen Physik waren, welche zwar der westlichen Welt, aber nicht China schon länger bekannt waren. Diese Technologien machten letztendlich *Shénzhōu* und viele weitere zukünftige Projekte möglich. Da es ein Ziel des Programms war, technologische Ebenbürdigkeit mit dem Rest der Welt zu erreichen, flossen Gelder nicht nur in eigene Forschung sondern auch Industriespionage, diese wirkt sich noch heute negativ auf die chinesische Forschung und Chinas Ruf aus (mehr dazu im Kapitel IV). Das 863-Programm wird international als erfolgreich angesehen, und als einer der Hauptgründe des chinesischen Fortschritts in einem großen Feld von Technologien genannt. Es gilt als entscheidender Antrieb für das chinesische Weltraumprogramm.[5]

### E. *Projekt 863-2*

Projekt 863-2 war der 2. Versuch der Chinesen für den bemannten Raumflug, dieses war sogar so ambitioniert den Flug mit einer Raumfähre ähnlich des amerikanischen Spaceshuttles machen zu wollen. Diese Konzepte wurden jedoch letztendlich abgelehnt, das Projekt restrukturiert und neue Ziele vorgelegt. Es sollte letztendlich doch nur eine relativ einfache Rakete mit Raumkapsel sein. Diesmal war die Soyuz der Russen das Vorbild. Durch diese Umplanung war im Januar 1992 das Projekt 921 geboren. Das erste Teilziel dieses Projektes genannt 921-1 war es einen Chinesen mithilfe einer chinesischen Rakete ins All zu bringen, und das noch vor dem Ende des Jahrtausends.

### F. *Chángzhēng 2E Probleme*

Die *Chángzhēng 2E* war eine Rakete vergleichbar mit einer Ariane 4 oder Proton, und hauptsächlich für den Transport von Satelliten in den Geo-Transfer-Orbit (GTO) gedacht, in den sie bis zu etwa 3.5 Tonnen bringen konnte. Nachdem ein erster Start aufgrund von fehlgeschlagener Zündung einer der Booster abgebrochen werden musste, startete der erste kommerzielle Flug mit dem Optus B1 Satellit an Board am 13. August 1992 und erreichte den GTO ohne weitere Probleme. Der nächste Optus Satellit also Optus B2, startete am 21. Dezember 1992 auf einer weiteren CZ-2E (auch LM-2E genannt), dabei explodierte die Ladungsstufe (Payload und Fairing) bei T+48s. Wobei entweder die Ladung selbst der Auslöser war was dann wiederum zum loslösen der Fairings führte, oder aber die Fairings das Problem waren und sich eventuell bereits durch Querwinde gelöst hatten und so den Satelliten zum explodieren brachten. Die Rakete schaffte es tatsächlich noch in den GTO, dies war aber aufgrund des zerstörten Satelliten nur noch bedingt nützlich. Die wahre Ursache bleibt bis heute ungeklärt. China sieht die Schuld am Fehlstart bei dem Australischen Satelliten, dessen Betreiber hingegen beim Launcher. 2-Jahre später flog der nächste Optus Satellit mit einer CZ-2E (August 1994), dieser Flug diesmal von Anfang an ohne Zwischenfall. [2] Dies schaffte die Voraussetzungen für den Flug des APStar 2 Satelliten der am Abend des 25. Januars 1995 startete, und bei T+50s explodierte. Die Trümmerteile fielen auf ein 7km vom Start entferntes Dorf und töteten mindestens 6 Personen. Die Ursache bei diesem Vorfall wird als die Gleiche vermutet wie die des Optus B2. Der APStar 2 Satellit hatte extra für die vermutete Unfallursache des B2 zusätzliche Sensoren erhalten, welche diese Vermutungen unterstützten. [9]

### G. *Disaster von Xichang, Chinas Chángzhēng 3B*

Am 15. Februar, 1996 startete dann zum ersten Mal eine CZ-3B. Diese sollte Chinas Reputation wieder ins richtige Licht rücken. Direkt nach dem Start kam die CZ-3B jedoch von ihrem Kurs ab und stürzte 22 Sekunden nach Start in ein nahe gelegenes Dorf (Entfernung etwa 1.85km). Der Unfall kostete erneut mindestens 6 Menschen das Leben, potenziell aber bedeutend mehr, gemäß amerikanischen Augenzeugen. Diesen zufolge sind die angegebenen Toten lediglich jene die Ingenieure der Mission waren, und deren Tod China wohl nicht verschleiern hätte können. Das nahe gelegene Dorf war diesen Aussagen zufolge direkt vor dem Start noch nachweislich mit Einwohnern gefüllt, nach der Katastrophe, soll dieses jedoch nicht nur vollkommen zerstört sondern auch ohne Zeichen eines Lebens, abgesehen von Soldaten gewesen sein. Diese, so vermuten die amerikanischen Wissenschaftler, waren dort um jeglichen Beweis von Toten zu entfernen. Die Amerikaner schätzen die Toten auf mindestens mehrere Dutzend, womit dies der am meisten Menschenleben kostende Raumfahrtfehlschlag wäre.[6][7][12]

### H. *Shénzhōu*

Das vorhin erwähnte Projekt 921 konnte sein initiales Ziel einen Chinesen vor der Jahrtausendwende ins All zu

bringen nie erreichen, zwar wurde am 19. November 1999 die erste Shénzhōu Mission erfolgreich gestartet, diese war aber lediglich ein unbemannter Testflug. Auch am 9. January 2001 mit der zweiten Shénzhōu Mission flog kein Mensch, dafür ein Sortiment von Tieren. [11] Genauso ging es weiter mit den Shénzhōus 3 und 4 welche 2002 flogen, sie trugen ebenfalls nur Test-Equipment sowie kleinere Experimente. Erst Shénzhōu 5, brachte dann am 15 October 2003 endlich Yang Liwei ins All. Den ersten Weltraumspaziergang machte China während der Mission Shénzhōu 7 am 25. September 2008. Das erste unbemannte Andocken mit Shénzhōu 8 am 31. Oktober 2011, das erste bemannte mit Shénzhōu 9. Shénzhōu 8 hatte darüber hinaus auch einige Experimente des DLR an Board, Shénzhōu 9 hingegen Chinas erste Astronautin (oder Taikonaut(in) wie chinesische Astronauten auch genannt werden). Shénzhōu 10 (Juni 2013) und Shénzhōu 11 (Oktober 2016) dockten schließlich erstmals mit Tiangong 1 und 2 respektive. Die Shénzhōu Missionen brachten Chinas Fähigkeiten im Bereich der bemannten Raumfahrt auf ein Niveau vergleichbar mit Roscosmos oder der European Space Agency (ESA).

### I. Tiangong 1

Gestartet am 29. September 2011, war es die erste Raumstation Chinas, und wurde zunächst von einer unbemannten und dann von 2 bemannten Shénzhōu missionen angefliegen. Sie diente als Erprobungsplattform für Systeme welche eine dauerhafte Raumstation benötigen würde. Priorität lag zunächst bei Andockverfahren und Orbitmanövern. [36]

### J. Tiangong 2

Auch Tiangong-2 dient als Testbett für eine längerfristige orbitale Station. Gestartet wurde diese Raumstation am 15. September 2016 mit einigen Experimenten an Board, unter anderem auch solchen wie sie auf einer fertigen Raumstation zu erwarten wären, um das Auszuführen von physikalischen Experimenten zu erproben. Auch wurden Wartungsarbeiten geprobt und ein kleiner Satellit von der Raumstation aus gestartet. Am 22. April 2017 dockte dann auch der erste Frachttransporter an der Tiangong 2 an. Dabei ging es vor allem um die Prüfung des Treibstofftransfers zwischen Frachter und Raumstation. Dies ist entscheidend für eine langfristige Mission. Alle Betankungstests konnten erfolgreich abgeschlossen werden. Der Tiānzhōu Frachter welcher schwerer als das Raumlabor Tiangong 2 selbst ist, ist mit circa dreizehn Tonnen zudem das schwerste Objekt das China bisher in den Weltraum brachte.

### K. Wenchang Raumfahrtzentrum

Das neue Raumfahrtzentrum in Wenchang erlaubt die Nutzung der nächsten Generation von Raketen, mit entsprechend ausgebauten Startanlagen. Diese neuen Startanlagen sollen auch für mehr Sicherheit und weniger Unfälle sorgen, sowie mit ihrem großen Angebot an Zuschauerplätzen für mehr Transparenz sorgen. Abgesehen von den verbesserten Gebäuden und Starttürmen ist gerade die neue Lage von

entscheidendem Vorteil. So geschehen chinesische Raketenstarts nun zum ersten Mal in Küstennähe, was die Gefahr für Anwohner deutlich verringert. Darüber hinaus hat die Lokalität auch den Vorteil bedeutend näher am Äquator zu liegen.[25]

## IV. INTERNATIONALE KOOPERATIONEN UND EMBARGOS

### A. Amerika

1998 wurde von einer Kommission des amerikanischen Kongresses entdeckt das technische Informationen welche Amerika China für kommerzielle Satelliten übergab letztendlich auch in chinesischen interkontinentalen- ballistischen Raketen eingesetzt wurden. Daraufhin erließ der Kongress Legislation zum Verbot jeglichen Kontaktes zwischen NASA und der CNSA. Darüber hinaus wurde es chinesischen Bürgern verboten das Gelände der NASA ohne weitere zusätzliche Überprüfungen zu betreten. Zudem dürfen NASA Mitarbeiter seither nicht mehr mit chinesischen Bürgern, welche in irgendeinem Zusammenhang mit einer staatlichen chinesischen Entität stehen, zusammenarbeiten. Als klare Folge dieser Verbote wurde es unmöglich für die Chinesen am Projekt der ISS teilzuhaben.

### B. Europa

Die ESA erstrebt mehrere Zusammenarbeiten mit China. So zum Beispiel die aktuelle Datenaustauschmission des Dragon Programms[15], oder der Wunsch das sie die Mondproben welche von Cháng'é 5 auf die Erde gebracht werden sollen, untersuchen dürfen. Auch möchte sie im Hinblick auf das auslaufen der ISS, die zukünftige Raumstation der Chinesen mit einem europäischen Astronauten besuchen. Letztendlich ist die ESA auch am Aufbau einer Mondbasis interessiert. Da die Chinesen bereits einen solchen Plan besitzen und solch ein Projekt für die ESA alleine zu teuer wäre, wird auch hier auf Zusammenarbeit gesetzt.

Zusammenarbeit von China und Europa geschah auch im Januar 2015 bei der Frequenz Koordination der Navigationssysteme Galileo und BeiDou. Und bei weiteren kleineren Projekten im Zusammenhang mit Europas Horizon 2020 Initiative, welche seit 2014 Gelder für Forschung, und das kommerzielle Umsetzen dieser bereitstellt.

### C. Russland

Russland, welches als Sowjetunion bereits entscheidend zum chinesischen Raumfahrtprogramm beigesteuert hat, ist auch heutzutage an Kooperationen interessiert. Auch sie würden gerne Teil an den chinesischen Mondmissionen haben, sie nennen dabei die Überlegenheit ihrer Triebwerke gegenüber den chinesischen als Hauptargument warum China dieses Projekt nicht alleine zu einem Erfolg machen könnte.

Darüber hinaus haben sie bereits gemeinsam eine Mission zum Mars durchgeführt. Die Mission für den Phobos-Grunt und die Yinghuo-1 Sonde scheiterte jedoch beim Start der Rakete im Jahre 2011. Obwohl China aufgrund des Fehlstarts die Kooperation beendete, sind nun wieder Gespräche mit Russland im Gange für eine weitere gemeinsame Marsmission.[14]

#### D. Andere Kooperationen

Auch an Projekten mit mehr als zwei Interessengruppen ist China beteiligt, so war Mars-500 zum Beispiel ein gemeinsames psychologisches Projekt von Europa, Russland und China, zur Erprobung von menschlichem Verhalten während einer potenziellen Marsmission.

## V. RAUMFAHRTUNTERNEHMEN CHINAS UND KOMMERZIELLE RAUMFAHRT

### A. Chinas kommerzielle Launchprogramme

Beim Start der kommerziellen Launchprogramme Chinas 1985 gab es kaum Interessenten dafür, dies änderte sich im darauf folgenden Jahr jedoch als nach der Challenger Katastrophe der Launch von kommerziellen Satelliten mit dem amerikanischen Shuttle aufgegeben wurde.[23] Als ein Jahrzehnt später China selbst das Disaster von Xichang erleiden musste, stand es vor zweierlei Probleme. Zunächst wurde natürlich das Vertrauen in chinesische Raketen erschüttert, Aufträge wurden storniert, und Verhandlungen über neue abgebrochen. Das zweite Problem entstand daraus das amerikanische Firmen nach dem Unglück gegen den Willen der US Regierung den Chinesen bei der Problemfindung geholfen hatten um weitere solcher Katastrophen zu verhindern. Dies führte zur Erhebung von zusätzlichen Vorschriften gegen die Zusammenarbeit mit China.

Auch heutzutage verkauft China ihre Launchfähigkeiten sowie ihre Expertise im Satellitenbau. Oft auch in Verbindung, so können Nationen chinesische Satelliten erwerben und sie im Orbit überreicht bekommen. Hiermit will China sowohl seine Kompetenz zeigen, als auch neue Partnerschaften mit internationalen Unternehmen und Weltraumagenturen ermöglichen. Zudem ist es aber auch ein geopolitisches Werkzeug, um Chinas Einfluss über andere (hauptsächlich asiatische) Länder zu verstärken.

### B. Private kommerzielle Raumfahrt in China

Es gibt auch vom Staat unabhängige Raumfahrtunternehmen in China, diese spezialisieren sich momentan vor allem darauf Kleinstsatelliten mit Raketen, die zwar nur sehr wenig Last tragen können aber dementsprechend kostengünstig sind, ins All zu bringen. [16] [17] [19] Die zwei größten Unternehmen in diesem Feld sind *OneSpace* und *LandSpace*, letzteres konnte bereits einen Vertrag für den Start von dänischen Nanosatelliten erzielen. Der Erfolg dieser Unternehmung könnte sich als wegweisend für private chinesische Unternehmen herausstellen. [20]

### C. Chinas Organisationsstruktur, nach Außen und im Inneren

Chinas Hauptkontaktpunkt mit der Außenwelt bezogen auf die Raumfahrt ist die *China Great Wall Industry Corporation* (CGWIC), sie untersteht nicht direkt der chinesischen Raumfahrtagentur ist aber für Launchprojekte der Schlüsselpunkt und Ansprechpartner. Diese sollen dann von der CGWIC geplant werden indem sie mit Chinas zwei großen Anbietern von staatlichen Raketensystemen, die *Shanghai Academy of*

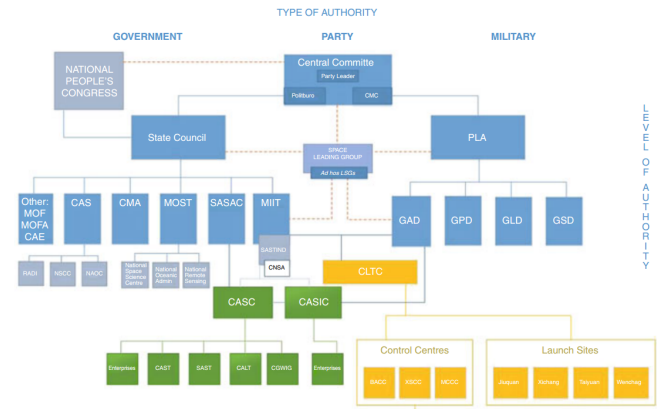


Abbildung 2. Übersicht über die Zusammenhänge von chinesischen Institutionen im Gebiet der Raumfahrt [1]

*Spaceflight Technology (SAST)* und die *China Academy of Launch Vehicle Technology (CALT)*, sowie mit der *China Satellite Launch and Tracking Control General (CLTC)* welches Kontrolldienstleistungen für den Launch bereitstellt, koordiniert.

Diese Darstellung entspricht jedoch nicht der wahren Natur des Aufbaus der Strukturen. Sie täuscht gezielt Einheit vor wo keine besteht. Abbildung 2 versucht den tatsächlichen Zusammenhang zwischen den Unternehmen darzustellen, erhebt dabei aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Jedoch genügt sie um die wichtigsten Einheiten und ihre direkten Verbindungen zu den drei Machtursprüngen hervorzuheben, diese sind hier in Grün markiert. Wie bereits besprochen sind CASC und CASIC zwei enorme Luft- und Raumfahrtkonglomerate ihnen untergeordnet sind die eigentlichen Hersteller der Launcher und Satelliten, sowie etliche Forschungszentren und Akademien. Wobei CASC die Hauptaufgaben einer klassischen Raumfahrtagentur übernimmt und somit die in der chinesischen Raumfahrt bedeutenden Organisationen hier untergeordnet sind. Aus gutem Grund schwer zu erkennen ist die weiß markierte CNSA, welche wie bereits erwähnt kaum wahre Bedeutung hat und mehr als Aushängeschild dient.[1] Auch ist der Freiheitsgrad von CASC und CASIC klar ersichtlich, sie unterliegen mittlerweile nur noch wenig direkter Autorität. Dies erlaubt diesen Unternehmen eigenen Zielen nach zu gehen, und ihren kapitalistischen Elementen Ausdruck zu verleihen. Diese Unternehmen planen langfristig mit Profit aus der Erkundung des Sonnensystems.

## VI. CHINAS MOMENTANE WELTRAUMPROJEKTE

### A. Launcher Chinas

Die Chángzhēng oder Langer Marsch Raketenfamilie von CASC bestand bis 2015 aus lediglich einer großen Anzahl von Variationen der CZ-2, CZ-3, und CZ-4. Wobei einzelne Variationen sich hauptsächlich durch die Art und Menge von zusätzlich angeschnallten Boostern unterschieden.

Als Haupttrakete galt die CZ-3B, sie entspricht in etwa einer europäischen Ariane 4.



Seit 2015 gibt es die neuste Generation von chinesischen Raketen welche die vorherige nach 2 Jahrzehnten des Dienstes ablösen soll. Die Raketen wurden mit klaren Projekten im Sinn gebaut. So soll die kleinste von ihnen die CZ-11 sich um Cubesats kümmern. Die CZ-7 soll die Taizhou Versorgungskapseln an die zukünftige Raumstation liefern.[34] und zudem alle bemannten Flüge in Erdnähe übernehmen, China erwartet das diese Art von Flügen schon bald die Mehrzahl aller Flüge des Raumfahrtprogrammes darstellen werden. Die zukünftige Raumstation soll hingegen von der CZ-5 in den Orbit gebracht werden welche vergleichbare Leistungsparameter wie die europäische Ariane 5 liefert.[26] Und CZ-9 welche in der Größenordnung der Saturn 5, oder russischen N1 steht soll einerseits eine Mondbasis und andererseits die Reise auf den Mars ermöglichen. Es bleibt die CZ-6 welche einzig als Allzweckrakete entwickelt wurde, und ihrerseits der europäischen Vega in Fähigkeiten ähnelt und alle mittelgroßen Lasten (bis zu einer Tonne in den SSO) übernehmen soll. [21]

Chinas zweites großes staatliches Raumfahrtunternehmen unterhält entsprechend eine eigene Serie von Raketen, genannt Kuàizhōu. Diese sind jedoch minimalistischer und nur für den Start von entsprechend kleinen Ladungen gedacht. Einsetzbar sowohl für militärische als auch zivile Zwecke bestechen sie dadurch das gemäß CASIC der Start dieser Raketen nicht nur besonders günstig, sondern auch innerhalb von wenigen Tagen möglich ist. Die Raketen sind dazu fähig, da sie ausschließlich chemische Feststoffantriebe verwenden.[27]

### B. Satelliten Chinas

China hat mehr als 40 Erdbeobachtungssatelliten seit 2001 gestartet, womit diese einen großen Anteil aller chinesischen Raketenstarts darstellen. Die chinesischen Satelliten werden für die Suche nach natürlichen Ressourcen, Ozeanographie, Umweltüberwachung, Katastrophenmanagement, sowie für militärische Überwachungszwecke eingesetzt.

China kaufte noch bis in das zweite Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts, Kommunikationssatelliten aus Amerika und Europa. Mit kontinuierlicher Entwicklung an ihren Dong-Fang-Hong Satelliten Plattformen wollen sie mehr und mehr auf eigene Technologie setzen können. Die neuste Generation dieser Satelliten DFH-5 soll noch 2017 starten und China auf das selbe Niveau von Fähigkeiten in der Geostationären Erdumlaufbahn bringen wie Amerika, Europa und Russland.

Aufgrund der großen Ausbreitung Chinas und weiterhin bestehenden starken Abhängigkeit von landesinterner Landwirtschaft, sowie der hohen Anzahl von Stürmen und Überflutungen innerhalb der Landesgrenzen, ist für China der Bau und Betrieb von einem sehr großen Meteorologischen Satelliten Netzwerk von ungewöhnlich hoher Priorität. China setzt dabei auf eine Kombination von LEO und GEO Satelliten im FengYun genannten Satelliten Netzwerk das momentan aus 8 aktiven und 5 ehemaligen Satelliten besteht. China plant diesem Netzwerk in den kommenden Jahren jährlich ein oder zwei Satelliten hinzuzufügen. Einer der ehemaligen Satelliten dieses Netzwerkes ist 2007 berühmt geworden, als er während eines chinesischen Anti-Satelliten Raketentests zerstört wurde. Seine Bruchteile machen bis heute einen großen Anteil von problematischen Schrottteilen im LEO aus.

### THE FUTURE CHINESE SPACE STATION

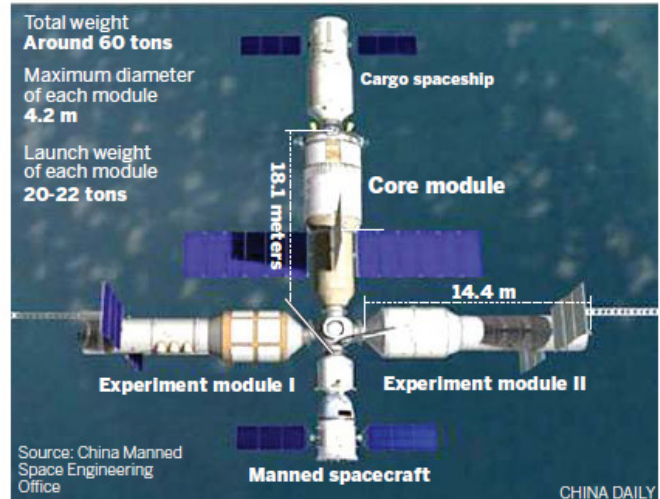


Abbildung 3. Die geplante chinesische Raumstation Tiānhé [29]

Ähnlich GPS, Galileo oder GLONASS, möchte auch China sein eigenes Satellitengestütztes-Navigationssystem für sowohl zivile als auch militärische Anwendungen. China begann mit dem Aufbau des Netzwerkes im Jahr 2007. Es besteht nun aus 20 funktionierenden Satelliten. Bis 2020 sollen es noch fünfzehn weitere werden, um das Netzwerk weltweit einsatzfähig zu machen.

Kleine Satelliten für die Erdbeben Vorhersage befinden sich zwar derzeit im Bau, darüber hinaus hat China jedoch an dieser Größenklasse von Satelliten gezielt wenig Interesse, denn diese Satelliten werden von China als weniger kosten effektiv angesehen als bedeutend größere oder kleinere. Nichtsdestotrotz möchte China unbedingt Launchfähigkeiten für Satelliten aller Art besitzen und verkaufen.

Die Produktion der ganz kleinen Satelliten geschieht von einzelnen Forschungsinstituten und Universitäten, unabhängig von Chinas Raumfahrtprogramm im großen und ganzen. Wie bereits erwähnt ist der Launch dieser der Markt in den private chinesische Unternehmen sich etablieren wollen. Genauso wie die staatliche CASIC, mit ihrer Feststoffraketenfamilie Kuàizhōu.

### C. China und der Raum zwischen Erde und Mond

China hat sich die vollständige Eroberung des Raumes zwischen Erde und Mond als Ziel gesetzt.[38] Dazu ist die Rückkehr der Menschheit auf den Mond geplant, genauso wie Rohstoff und Energiegewinnung und der Aufbau von langfristigen Habitaten auf dem Mond, in dessen Orbit und im Orbit der Erde. Ihr erster Schritt in diesem Bestreben ist das erstellen einer mit der Mir vergleichbaren Raumstation im Orbit der Erde. Die Anfänge davon sind die Teststationen Tiangong 1 beschrieben in Kapitel III-I und Tiangong 2 in Kapitel III-J.

1) *Chinas Raumstation:* Im Juni 2017 gab es dann den aktuellsten Fortschritt in diesem Projekt. Tiānzhōu führte

weitere Testmanöver aus. Der Frachter bekam den Befehl die Andockstelle an der Tiangong 2 Raumstation zu wechseln und schaffte dies erfolgreich, voll automatisch also ohne manuelle Eingriffe zu benötigen. Dies ist eine weiterer wichtiger Erfolg, da erwartet wird dass solche Manöver häufig beim Zusammenbau der angestrebten Raumstation, genannt Tiānhé, benötigt werden. [30], [31], [32]

Bereits nächstes Jahr soll deren Kern Modul gestartet werden, und möglichst schnell mehrere unbemannte und bemannte Raumkapseln folgen um in Orbit Montage, EVA, und langfristig bemannte Raumfahrt zu erproben. In den folgenden Jahren sollen dann die 2 Experiment Module folgen, wobei die Erfolge oder Probleme bei den Missionen mit dem Kernmodul natürlich den Launch beschleunigen oder verlangsamen würden. Die 3 in Abbildung 3 gezeigten Module sollen sich ab 2022 gemeinsam im All befinden. Letztendlich soll sich die Station dann weiter entwickeln und zumindest auf eine Größe vergleichbar mit der MIR anwachsen.[35]

2) *China und der Mond*: Chinas momentane Mondmission besteht daraus Proben vom Mond auf die Erde zurückzubringen und damit die ersten Schritte für ihr ambitioniertes Mondprogramm zu setzen. Phase 1 dieser Mission bestand aus den Mondorbitern Cháng'é 1 (2007) und Cháng'é 2 (2010) Diese haben den Mond kartographiert, und Information sowohl zu seiner geographischen als auch seiner chemischen Komposition gesammelt. Desweiteren führte man viele Kommunikationstests zwischen den chinesischen Bodenstationen und den Orbitern aus da diese soweit entfernt waren wie keine anderen chinesischen Satelliten zuvor, was bedeutete das man sich nicht sicher war ob man Kommunikation aufrecht erhalten könne. Für solche Tests bewegte sich Cháng'é 2 letztendlich auch wieder aus dem Mondorbit heraus, und flog zunächst den Erde-Sonnen Lagrange-Punkt 2 an, und dann weiter in den interplanetaren Raum. Die 2. Phase bestand dann aus dem Orbiter Cháng'é 3 und dem MondRover Yùtù welche sich 2013 auf einer CZ-3B auf den Weg zum Mond machten. Yùtù landete erfolgreich 12 Tage nach Missionsstart. Er war damit der erste Rover der seit Russlands Luna-24 Mission 1976 eine sanfte Landung auf dem Mond machte. Yùtù testete das Landeverfahren und führte ein paar (unbekannte) Experimente auf dem Mond aus. Für den Fall das Cháng'é 3 fehlschlagen oder ungenügend Daten liefern sollte, stand Cháng'é 4 eine identische Kopie als Backup bereit.[39] Aufgrund des Erfolgs von Cháng'é 3 wurde diese aber nie benötigt und wird deswegen jetzt für andere Testzwecke umgebaut. Cháng'é 4 soll nach Cháng'é 5-T1 und Cháng'é 5 im Jahr 2018 Richtung Mond aufbrechen. Herz der aktuell laufende Phase 3 ist erneut ein Paar von Kopien diesmal genannt Cháng'é wǔhào(5)-T1 und Cháng'é wǔhào(5). Cháng'é 5-T1 startete bereits 2014 und testete den Wiedereintritt in die Erdatmosphäre nach einem Mondvorbeiflug. Mit dabei bei dieser Mission war auch eine kleine deutsche Mondsonde von OHB System AG, welche radioaktive Strahlung auf dem Weg zum Mond maß. Noch 2017 soll sich dann Cháng'é 5 an Bord einer CZ-5 auf den Weg zum Mond machen, und letztendlich die gewünschten Proben zurückbringen.[40]

Die umgebaute Cháng'é 4 und eine weitere Probe nach der Bauart von Cháng'é 5, genannt Cháng'é 6, stehen als

Ersatz für Cháng'é 5 in Planung falls diese Mission fehlschlägt. Bei Erfolg sollen sie weitere Proben von anderen Orten auf dem Mond sammeln. Letztendlich möchte China zwischen 2025 und 2030 eine bemannte Mission auf den Mond durchführen,[42] in diesem Zusammenhang hat die ESA Interesse an einer gemeinsamen Mondstation bekundet.[13] Für eine solche Mission würde die noch nicht fertiggestellte CZ-9 verwendet werden.

#### D. Chinesische Weltraumexploration

Momentan gibt es zwei große chinesische Missionen, die sich mit etwas entfernteren Objekten im Weltraum beschäftigen. Die eine ist ein X-Ray Weltraumteleskop genannt HXMT oder Huiyan, welches am 15.Juni 2017 von China an Bord einer CZ-4B zusammen mit einem argentinischen und zwei weiteren chinesischen Satelliten ins All gebracht wurde. Besonderes Interesse an diesem Teleskop zeigt die ESA, welche Datenvergleiche zwischen Huiyan und ESAs eigenem X-Ray Teleskop XMM-Newton ausführen möchte.

Die zweite Mission ist bereits im Gange seit ca. 2008 und ist ein Nachfolgeprojekt einer Mission welche ursprünglich eine Kooperation mit Russland war. Wie bereits erwähnt in Kapitel IV-C scheiterte das ursprüngliche Projekt im niedrigen Erdborbit in 2011, als geplante Triebwerkszündungen der Trägerrakete ausblieben und die Ladung somit niemals den Erdborbit verlies. Nur zwei Monate nach Start kam es zum Wiedereintritt, was sowohl Russlands Phobos-Grunt Lander als auch Chinas Yinghuo-Raumsonde zerstörte. Das Ziel der neuen Mission ist es erneut eine Sonde ins All zu bringen welche einen Rover auf dem Mars absetzen soll. Der Raketenlaunch für diese Mission soll 2020 mit einer CZ-5 stattfinden. Diese Mission soll ein entscheidender Wegweiser für zukünftige chinesische Marsmissionen werden. Letztendlich hat auch China Interesse an einem bemannten Flug zum Mars, weswegen China sich beim Mars 500 Projekt beteiligte.

#### E. Weitere Missionen Chinas im Planungsstadium

Einer der großen zukünftigen Ambitionen Chinas ist die Errichtung von großen Solaranlagen im Erdborbit, und damit die Auslagerung der kompletten Energieproduktion von China und eventuell der gesamten Erde in den Weltraum. Die signifikante Menge an Rohstoffen welche für solch ein Projekt gebraucht werden würde, wäre nahezu komplett unrealistisch von der Erde aus in den Orbit zu erheben ohne beeindruckende technologische Fortschritte. Zur Lösung dieses Problems gedenkt China diese Materialien stattdessen vom Mond zu gewinnen. Hauptsächlich würde man dafür Silicon Dioxid brauchen welches ausreichend auf dem Mond vorhanden ist. Zudem könnte man auch Wasser von den Polarregionen des Mondes und Asteroiden gewinnen, welche dann im Orbit in ebenso benötigtes Wasserstoff und Sauerstoff umgewandelt werden könnte.[38] Ein Teil der momentanen Cháng'é Missionen ist es den chemikalischen Aufbau des Mondes genauer zu erkunden, nicht zu letzt auch durch die potenziell zur Erde zurückgebrachten Staubproben.

Darüber hinaus hat China einerseits Ambitionen an einer Asteroidenlandung ähnlich dem Rosetta-Philae Programm der

ESA, und andererseits an einem Vorbeiflug am Jupiter.[41] Für diese Programme gibt es aber noch keine festgelegten Zeiträume oder Einzelheiten.

Alle diese Missionen sollen Wegbereiter sein für die zukünftige interplanetare, oder gar interstellare Weltraumerforschung.

## LITERATUR

- [1] Marco Aliberti, When China Goes to the Moon... ISDN 978-3-319-19472-1
- [2] Harland, David M., Lorenz, Ralph Space Systems Failures: Disasters and Rescues of Satellites, Rocket and Space Probes, 2005, ISBN 978-0-387-21519-8
- [3] Brian Harvey, China's Space Program - From Conception to Manned Spaceflight, ISBN 1852335661, 9781852335663
- [4] Benjamin Lai, *The Dragon's Teeth: The Chinese People's Liberation Army—Its History, Traditions, and Air Sea and Land Capabilities in the 21st Century*
- [5] Jianping Yuan, Yang Yu, Yang Gao, Hengnian Li, Weihua Ma, Xin Ning, Geshi Tang, Yong Shi, Chong Sun, Xingsuo He, Shouhua Zhang, Hexi Baoyin, Three decades of progress in China's space High-Tech Program empowered by modern astrodynamics, REACH - Reviews in Human Space Exploration, Volume 5, 2017, Pages 1-8, ISSN 2352-3093, Human Space Exploration Review Journal of the International Academy of Astronautics (IAA) and the International Astronautical Federation (IAF)
- [6] Report of the Select Committee on U.S. National Security and Military/Commercial Concerns with the People's Republic of China
- [7] Anatoly Zak, *Disaster at Xichang*, Air & Space/Smithsonian Magazine: February 2013, Smithsonian Institution
- [8] Gregory Kulacki, *Strategic Options for Chinese Space Science and Technology*, November 2013
- [9] Tim Furniss, *China blames Hughes for ApStar failure*, Flightglobal, 15 February 1995 Reed Business Information
- [10] China Aerospace Science and Technology Corporation: About the Company: *History*
- [11] *China's spaceflight history*, New Scientist Magazine, 12th October 2005, by staff and AFP
- [12] Chen Lan, *emphMist around the CZ-3B disaster*, July 2013, The Space Review
- [13] Andrew Griffin, *China and Europe to build a base on the moon and launch other projects into space*, April 2017, The Independent
- [14] Tim Daiss, *Russia And China Discuss Joint Outer-Space Exploration, Moon And Even Mars*, Juli 2016, Forbes
- [15] Dragon 3 Cooperation, 2016, Dragon Cooperation Program by the European Space Agency and the Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China
- [16] Onespace, Online Präsenz und andere Informationsmaterialien, 2017
- [17] Tim Fernholz, *The SpaceX of China aims to commercialize a mysterious rocket on the world stage*, September 2016
- [18] *(LandSpace-1): planned first flight in June 2017*, 2017, China Spaceflight
- [19] Jeffrey Lin and P.W. Singer, *Watch Out SpaceX: China's Space Start Up Industry Takes Flight*, April 2016, Popular Science
- [20] Jeffrey Lin and P.W. Singer, *A private Chinese space company just scored a foreign contract for the first time*, 2017, Popular Science
- [21] Jeffrey Lin and P.W. Singer, *LM-6 Rocket's First Launch Brings 20 Satellites Into Space*, September 2015, Popular Science
- [22] K.S. Jayaraman, *India and China Sign Space Cooperation Pact*, September 2014, Space News
- [23] John A. Logsdon, *Return to Flight: Richard H. Truly and the Recovery from the Challenger Accident*, National Aeronautics and Space Administration (United States of America)
- [24] Tang Dengjie met with President of the German Aerospace Center P. Ehrenfreund, *Cháng'é 4 Sino-German Cooperation*, June 2017, China National Space Agency
- [25] Stuart Clark, *China: the new space superpower*, 2016, The Guardian
- [26] Andrew Jones, *China opens up over dramatic Long March 5 launch*, Juni 2017, Global Times
- [27] Liu Kun, *Kuàizhōu Rocket Strategic Significance*, November 2014, Huanqiu
- [28] China Manned Space, Online Präsenz und andere Informationsmaterialien, 2017
- [29] Xin Dingding, *Countdown begins for space station program*, April 2011, China Daily
- [30] Andrew Jones, *Tianzhou-1 space freighter completes second docking with Tiangong-2 space lab*, Juni 2017, Global Times
- [31] *Cargo spacecraft Tianzhou-1 completes second docking with space lab*, Jun 2017, The Standard
- [32] *Tianzhou-1 Completes 2nd In-Orbit Refueling Demonstration ahead of Departing Tiangong-2*, June 2017, Spaceflight 101
- [33] China Academy of Space Technology, Online Präsenz und andere Informationsmaterialien, 2017
- [34] Rui C. Barbosa, *China successfully debuts Long March 7 – Recovers capsule*, Juni 2016, NASASpaceFlight
- [35] *What's driving China's race to build a space station?*, Center for Strategic and International Studies, ChinaPower
- [36] Leonard David, *China Details Ambitious Space Station Goals*, March 2011, Space(.com)
- [37] Clara Moskowitz, *China's Lofty Goals: Space Station, Moon and Mars Exploration*, December 2010
- [38] *Exploiting earth-moon space: China's ambition after space station*, Juni 2016, Xinhua
- [39] Craig Covault, *The New Race for the Moon*, Oktober 2013, SpaceRef
- [40] Bradley Perret, *China Plans 2017 Lunar Sample-Return Mission*, Dezember 2013
- [41] *China Looks to Mars, Jupiter Exploration*, Februar 2017, China Academy of Sciences
- [42] *China considering manned lunar landing in 2025-2030*, Xinhua News Agency, Mai 2009