

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 70 (2012)  
**Heft:** 373

**Artikel:** Brasilien, Indien und Japan (Teil 1) : Raumfahrtnationen mit Potential  
**Autor:** Schmidt, Men J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-897608>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

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

Brasilien, Indien und Japan (Teil 1)

# Raumfahrtnationen mit Potential

■ Von Men J. Schmidt

*Neben den klassischen sogenannten grossen Raumfahrtnationen USA, Russland, China und die Europäische Weltraumorganisation ESA gibt es eine ganze Reihe von Staaten die ein eigenes Weltraumprogramm betreiben und in der Lage sind, aus eigener Kraft Satelliten mit eigenen Trägerraketen ins All zu transportieren. Dazu gehören etwa Israel, Iran, Pakistan und in Kürze auch Südkorea, Nordkorea und Brasilien. Diese Staaten unterhalten ihr Weltraum-Programm aus militärischen Überlegungen und Prestigegründen. Demgegenüber haben sich Indien und Japan zu Raumfahrtnationen entwickelt, welche die unterschiedlichsten Facetten der Weltraumforschung wie kommerzielle Satelliten, Raumsonden, Mond- und Marslandegeräte sowie bemannte Missionen betreiben. Im ersten Teil werden Brasilien als Raumfahrt Schwellenland und Indien, im zweiten Teil (ORION 1/13) Japan als eigenständige Weltraumnationen vorgestellt.*



Abbildung 1: Die brasilianische Feststoffrakete VLS-1 auf dem Centro de Lançamento de Alcântara wird für einen Start zum Beginn des neuen Jahres vorbereitet. (Bild: Global Security / DCTA / Archiv Schmidt)

Brasilien hat ein eigenes Weltraumfahrtinstitut, das Nationale Institut für Weltraumforschung (Instituto Nacional de Pesquisas, INPE). Es wurde bereits 1961 mit Hauptsitz in São José dos Campos im Bundesstaat São Paulo gegründet. Anfänglich konzentrierte man sich vor allem auf die Untersuchung der Ionosphäre, ab 1965 unter anderem auch durch den Einsatz von Höhenforschungsraketen der Typen Nike Cajun, Sonda, Black Brant, Super Loki und anderen. Als Startbasis dient das Centro de Lançamento de Foguetes Barreira do Inferno, 12 km südlich der Stadt Natal. Das INPE beteiligte sich in den Folgejahren auch an der Datenauswertung und Kontaktaufnahme mit meteorologischen Satelliten, Erdbeobachtungs- und Kommunikationssatelliten. Mit dem Satélite de Coleta de Dado (SCD-1) starteten die Brasilianer an Bord einer Pegasus-Rakete ihren ersten Erdbeobachtungssatelliten am 9. Februar 1993. Seit 15 Jahren beteiligt sich der Staat auch an den wissenschaftlichen Programmen der Internationalen Weltraumstation ISS.

## Äquatornaher Startplatz

Nur ein Jahr nach dem geglückten Satellitenstart wurde die Brasilianische Weltraumfahrtbehörde, die Agência Espacial Brasileira (AEB) gegründet. Sie betreibt den Weltraumbahnhof Alcântara. Im Unterschied zum Startplatz in Alcântara ist das Centro de Lançamento de Foguetes Barreira do Inferno bei Natal nicht für den Start von Satellitenraketen ausgelegt, da diese Region zu stark besiedelt ist. Die Wahl für den neuen Startplatz fiel daher auf eine Halbinsel bei São Luís, der Hauptstadt des Bundesstaates Maranhão. Das Gelände ist sowohl zu Luft als auch zu Wasser leicht zugänglich und ermöglicht Starts mit unterschiedlichen Bahnneigungen. Durch die Äquatornähe wird dank der vollen Ausnutzung der Erdeigenrotation Treibstoff gespart. Das Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) ist übrigens im Vergleich zu anderen Raketenstartplätzen, etwa Kourou, von wo aus die europäischen Raketen abheben, die weltweit am dichtesten am Äquator gelegene Startbasis überhaupt!

Das Areal ist rund 620 Quadratkilometer gross und beherbergt zwei Startrampen, eine für suborbitale Missionen bis zu 10 t Startgewicht, bei denen der Flugkörper zwar sehr grosse Höhen erreicht, aber nicht in eine Umlaufbahn gelangt, eine andere für die Trägerrakete VLS-1. Derzeit im Bau ist eine dritte Rampe für die ukrainische Rakete Tsiklon-4. Neben eines Satellitenkontrollzentrums und einer Wetterstation finden sich auf dem Areal diverse Einrichtungen zur Vorbereitungen der Nutzlasten.

Der CLA begann in den frühen 80er-Jahren des letzten Jahrhunderts und verschlang umgerechnet 470 Millionen US-Dollar. Zur Einweihung der Anlage am 21. Februar 1990 wurde eine Höhenforschungsrakete des Typs Sonda gestartet. Inzwischen erfolgten über 50 weitere Starts von suborbitalen Raketen (Sonda 2 und Sonda 3, VS-40, VS-30 und VSB-30). In Zusammenarbeit mit der NASA hoben auch andere Raketentypen wie die Viper Sphere, Nike Orion, Black Brant, Nike Tomahawk und Improved Orion vom CLA ab.

## Gewaltiger Rückschlag

Nicht alle Starts verliefen planmässig. Ein folgenschwerer Unfall ereignete sich am 22. August 2003 mit einer VLS-1-Rakete, die startklar bereits auf der Rampe stand und drei Tage später die beiden Satelliten SATEC und UNOSAT hätte ins All befördern sollen. Die Feststofftriebwerke zündeten zu früh, worauf die 19,7 m hohe Rakete explodierte und umliegendes Buschland in Brand steckte. 21 Menschen starben. Der Schaden war immens! Nicht nur die Raketenplattform, sondern mit ihm die gesamte rund zehn Stockwerke hohe Montageeinrichtung, die zum Unglückszeitpunkt die Rakete nach wie vor umschloss, wurden gänzlich zerstört. Der Schock war riesig, handelte es sich doch erst um den dritten Versuch der Brasilianer, eine Rakete eigener Bauart in den Orbit zu schiessen. Noch zwanzig Kilometer entfernt konnten die Einwohner der Stadt São Luís die Explosion hören und die Rauchsäule aufsteigen sehen.

Nach dem tragischen Zwischenfall wurde Kritik an der brasilianischen Weltraumbehörde laut, sie verwende aufgrund der einfacheren Bauweise und Technik Feststoff- statt Flüssigtreibstoffraketen. Erstere seien aber risikoreicher, da sie bei einer Fehlzündung nicht mehr gestoppt werden können.

Das Unglück, bei dem viele Wissenschaftler und Ingenieure, die an dem Programm beteiligt waren, um-

kamen, sowie die durch die Regierung angeordnete Untersuchung des Unfallhergangs sorgten für ein längeres Aussetzen des brasilianischen Raumfahrtprogramms.

## Eigener Astronaut

Mit dem Aufbau der Internationalen Raumstation (ISS) rückte die länderübergreifende Zusammenarbeit auch für Brasilien in den Vordergrund. 1997 entschloss man sich zu einer Beteiligung an der ISS. Die Regierung schoss 120 Millionen US-Dollar in die Entwicklung und den Bau eigener Experimente sowie in die Ausbildung und das Training eines brasilianischen ISS-Astronauten ein.

Brasilien unterhält aus kostengründen kein eigenes bemanntes Raumfahrtprogramm und so vereinbarte die AEB mit der NASA eine Zusammenarbeit zwecks Auswahl, Ausbildung und Flug zur ISS. Die brasilianische Weltraumfahrtbehörde rief landesweit alle Interessenten, welche die Anforderungen für Missionsspezialisten erfüllten und ihr Land im Weltall vertreten wollten, auf, sich zu bewerben. Die Kriterien waren die folgenden: Der Bewerber sollte zwischen 25 und 45-jährig sein, ausgebildeter Militärpilot sein oder Luftfahrt studiert haben. Hinzu kamen perfekte Englischkenntnisse in Schrift und Sprache. Anmeldeabschluss war der 22. Mai 1998. Aus den vielen Meldungen blieb ein

Kreis von 40 Bewerbern übrig. Deren fünf – alle Militärpiloten – erreichten die Endrunde. Es waren dies JOSE AUGUSTO CARVALHO BENO-LIEL, WANDER ALMODOVAR GOLFETTO, MOZART MARQUES LOUZADA, LUIZ ALBERTO COCENTINO MUNARETTO und der damals 35-jährige Luftwaffenhauptmann MARCOS CESAR PONTES. Die verbliebenen Kandidaten mussten sich diversen medizinischen Tests unterziehen und zu einem in englischer Sprache geführten Vorstellungsgespräch erscheinen. PONTES machte im Juni 1998 das Rennen. Sein Training nahm er im September 2005 im Sternenstädtchen bei Moskau auf, damals für einen einwöchigen Einsatz als Bordmechaniker auf Sojus TMA-8. Dass es sprachliche Schwierigkeiten und Hürden zu überwinden gab, versteht sich. Für PONTES war es schier unmöglich, nach nur drei Wochen eine Sprache (in diesem Fall Russisch) zu beherrschen. Einige Brocken könne er zwar verstehen, doch für eine Kommunikation reichte dies bei Weitem nicht. Er selber würde in einem Kauderwelsch antworten, doch die Mannschaft hätte gelernt, sich trotz der Sprachbarrieren zu verständigen, so PONTES an einer Medienkonferenz am Schlußtag seines Trainings am 8. Februar 2006.

Als erster Brasilianer startete PONTES am 30. März 2006 mit der Sojus TMA-8 zur ISS. Im Land des Fussballs hatte dieses Ereignis einen besonderen Stellenwert. Das landesweit am Fernsehen laufende Pokalspiel wurde kurzerhand unterbrochen, um den Start PONTES live zu übertragen. Doch ganz ohne «König Fussball» ging es dann doch auch nicht. Die Landesflagge, ein Trikot der brasilianischen National-elf und ein Fussball in den Landesfarben waren im Gepäck PONTES mit dabei! Zwei Tage später hatte die Sojus-Kapsel die ISS erreicht. Das Arbeitsprogramm des Südamerikaners umfasste acht Experimente. Nach einer Woche ging der Besuch des ersten Brasilianers auf der ISS zu Ende. Zusammen mit WALERI TOKAREW und BILL McARTHUR (ISS-Expedition 12) kehrte er am 8. April 2012 zur Erde zurück.

## Ein Entwicklungsland wird Raumfahrtsnation

Indien ist heute erst die sechste Raumfahrtsnation, damals das erste Entwicklungsland, welches in der



Abbildung 2: Nach der verheerenden Explosion im Jahre 2003 wurde die gesamte Startanlage in Alcântara, darunter der Startturm, völlig zerstört. 21 Techniker starben beim Unglück. (Bild: Global Security / Archiv Schmidt)



Abbildung 3: Das Rückgrat bei den indischen Trägerraketen bildet gegenwärtig die PSLV. Ab 2013 soll sie von der noch leistungsgesteigerten GSLV abgelöst werden. (Bild: Archiv Schmidt)

Lage ist, eigene Satelliten mit selbst entwickelten und gebauten Raketen zu starten. Die nationale Raumfahrtbehörde heisst Indian Space Research Organisation (ISRO) und wurde 1969 ins Leben gerufen. Sie hat ihren Hauptsitz in Bangalore und das Hauptziel ist die Entwicklung von Raumfahrttechnologie, darunter Satelliten, Trägerraketen, Höhenforschungsraketen sowie unterstützende Bodentechnik. Der eigentliche «Vater des indischen Raumfahrtprogramms» ist VIKRAM SARABHAI. Das Programm geht ursprünglich auf die Abteilung des indischen Atomenergieministeriums (Department of Atomic Energy) hervor, untersteht aber seit 1972 dem Department of Space und ist seit 1975 eine eigenständige Regierungsorganisation. Diese ging aus dem 1962 geschaffenen Indian National Committee for Space Research (INCOSPAR) hervor.

Zurzeit sind rund 17'000 Angestellte in zahlreichen, über das ganze Land verteilten Abteilungen tätig. Die grösste Einzeleinrichtung ist das Vikram Sarabhai Space Centre (VSSC) in Thiruvananthapuram mit 5'600 Fach- und Hilfskräften, das für die Entwicklung von Träger- und Höhenforschungsraketen zuständig ist.

Die indischen Raketenstartplätze befinden sich im Satish Dhawan Space Centre, 40 km nördlich von Chennai an der Ostküste, von wo alle indischen Satellitenstarts erfolgen, sowie in Thumba am südwestli-

chen Zipfel des Subkontinents nahe der Stadt Thiruvananthapuram und Baleswar. Für die kommerziellen Belange von ISRO ist die indische Firma Antrix zuständig.

Wie Japan, das wir in der nächsten ORION-Ausgabe etwas näher beleuchten, verfolgt auch Indien ein Raumfahrtprogramm mit starken eigenen Innovationen, etwa der Entwicklung eigener Trägerraketen. Ihre Bezeichnungen ähneln stark denen der USA: Dem Satellite Launch Vehicle (SLV) folgte die Advanced SLV (ASLV), die Polar SLV (PSLV) und die gesosynchronos SLV (GSLV), mit der Satelliten in eine geostationäre Umlaufbahn eingeschossen werden können.

Indien unterhält ausgesprochen gute Kontakte zum Westen und zu Russland. Ein Grossteil der Kommunikationssatelliten wurde von Hughes gebaut und mit amerikanischen oder europäischen Raketen gestartet, aber auch die ehemalige Sowjetunion startete schon 1981 einen indischen Erderkundungssatelliten. Beim GSLV will man russische Technologie nutzen.

### Erststart im Jahre 1980

Um die im eigenen Land entwickelten Satelliten in den Weltraum zu transportieren, hat Indien Ende der siebziger Jahre begonnen, eine eigene Trägerrakete zu entwickeln. Es handelte sich dabei um eine kleine, vierstufige Feststoffrakete,

die in der Lage war, kleine Satelliten bis zu 40 Kilogramm auf eine niedere Erdumlaufbahn zu transportieren.

Im Frühjahr 1975 konnte die ISRO mit ihrem Satelliten Aryabhata – von sowjetischer Trägertechnologie ins All getragen – ihren ersten grossen Erfolg feiern. Nur fünf Jahre später folgte mit dem Rohini-Satelliten erstmals ein Start mittels der eigenentwickelten SLV-3-Rakete. In einem weiteren Schritt wurde die Nutzlast der SLV erhöht. Dabei gingen die Inder ähnlich wie andere Nationen vor, indem die erste Raketstufe um zwei Booster erweitert wurde. Diese wurden aus der ersten Stufe abgeleitet und die erste zur zweiten Raketstufe «umfunktionierte», da sie lediglich 0,3 Sekunden nach Ausbrennen der Booster gezündet wurde. Im oberen Bereich der Rakete wollte man vor allem die hohe Leermasse reduzieren.

Bei der dritten Stufe war der Aluminiumanteil höher (18% statt 12%), wodurch viel höhere Verbrennungstemperaturen und damit einhergehend ein höherer massenspezifischer Impuls erzeugt wurden. Die Düse wurde mit weiterem Phenolharz als Ablativschutz versehen. Die vierte Stufe der 24 m hohen Rakete wurde nicht verändert, während die fünfte eine um 45 kg höhere Treibstoffzuladung und eine neue Verschalung aus Kevlar-Fasern bekam. So konnte die Nutzlast um den Faktor vier auf 150 kg erhöht werden.

Die ASLV diente vor allem als Vorläuferversion der PSLV, um bei dieser die Technologie von Feststoffboostern zu erproben. Die PSLV-Rakete ist für leichte bis mittelschwere Nutzlasten ausgelegt. Sie wird wie alle indischen Trägerraketen der ISRO vom Weltraumbahnhof Satish Dhawan Space Centre auf Sriharikota gestartet. Mit der PSLV-Rakete werden indische IRS-Erderkundungssatelliten ins All befördert. Indien wollte unabhängig sein und nicht mehr auf Trägerraketen der früheren UdSSR oder der Europäischen Weltraumorganisation ESA angewiesen sein.

Der erste Start einer PSLV-Rakete fand 1993 statt, schlug jedoch fehl, da in der zweiten und der dritten Stufe Fehler im Höhenkontrollsystem auftraten, was zum Absturz der Rakete führte. Nur ein Jahr später glückte der Start einer zweiten PSLV. Seitdem brachte dieser Raketentyp erfolgreich mehrere sowohl



# Sky-Watcher®

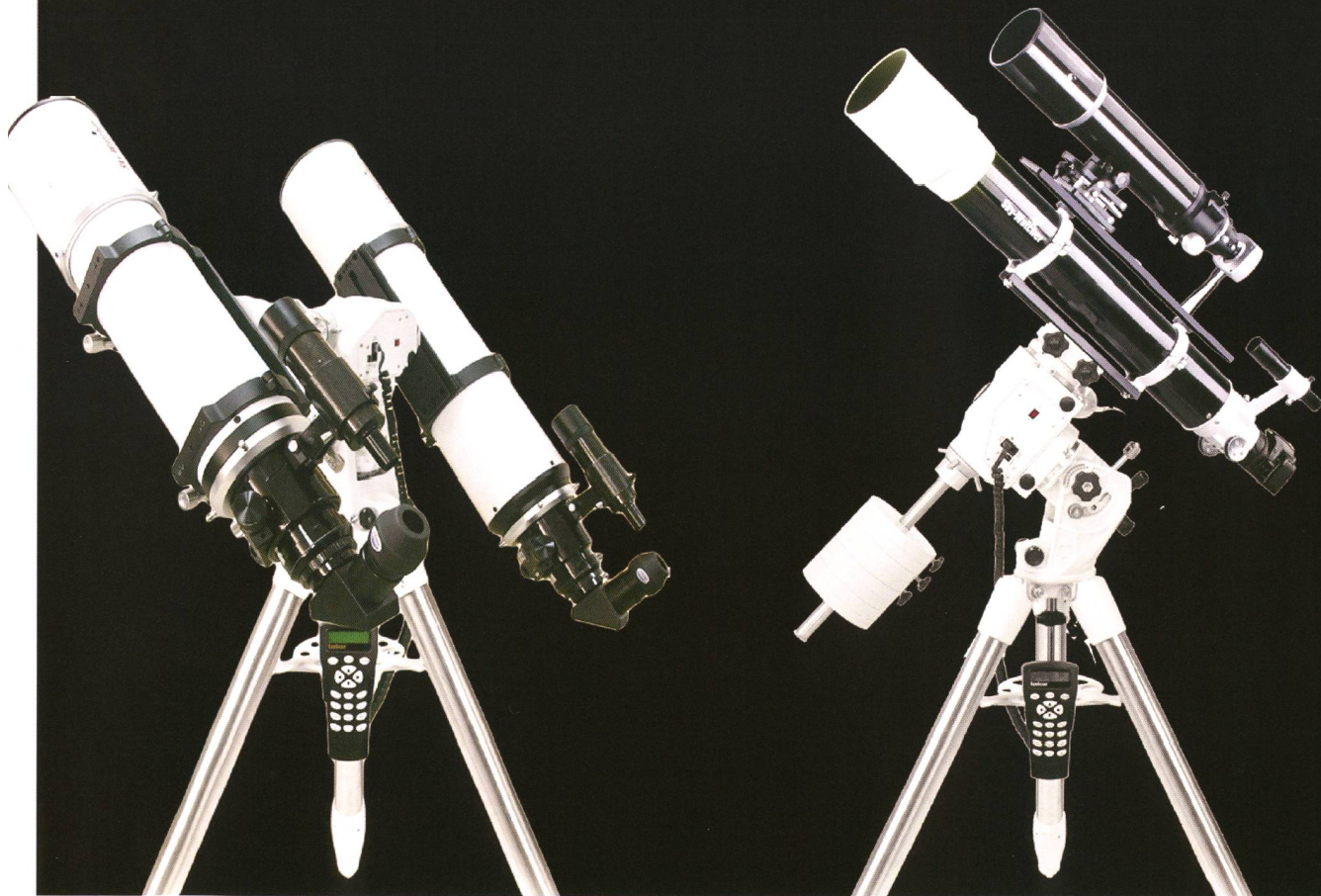
*Be amazed.*

## Sky Watcher AZ EQ6

Die neue Montierung von Sky Watcher

### Jetzt bei uns erhältlich.

Die Montierung kann Azimutal wie auch Äquatorial verwendet werden. Sehr gute Verarbeitung für eine lange Lebensdauer, hohe Tragkraft und optische Encoder für einfache Bedienung.



indische, als auch kleinere ausländische Nutzlasten ins Weltall. Mittlerweile ist diese Trägerrakete das Rückgrat im indischen Satelliten-transport-Programm. Auch die erste indische Raumsonde Chandrayaan-1 wurde 2008 mit einer PSLV zum Mond gestartet.

### Trägerrakete für grosse geostationäre Satelliten

Die jüngste Generation der indischen Trägerraketen ist das Geosynchronous Satellite Launch Vehicle (GSLV). Mit ihr werden Kommunikationssatelliten des Typs INSAT in einen geostationären Orbit auf 35'786 km gebracht. Auch im Bereich der Telekommunikation will Indien unabhängiger werden.

Das GSLV ist eine Weiterentwicklung der PSLV; es wurden zusätzliche Flüssigtreibstoff-Booster und eine kryogene (gekühlte) Oberstufe hinzugefügt. Die ersten beiden Stufen wurden von der PSLV unverändert übernommen, die dritte Stufe wurde in Russland gebaut. Sieben Oberstufen wurden bei den Russen bestellt, und die Inder wollten ihnen gar die Pläne abkaufen, wogegen die USA intervenierten. So war Indien zur Selbstentwicklung einer kryogenen Oberstufe gezwungen, was mehr als ein Jahrzehnt dauerte. Die ersten drei Testflüge des GSLV benutzten allesamt noch die russische kryogene Oberstufe.

Der erste Flug wurde im April 2001 mit dem Satelliten GSAT-1 an Bord gestartet. Ein zweiter Start erfolgte im Mai 2003 und brachte den Experimentalkommunikationssatelliten GSAT-2 ins All. Der erste operative Start fand schliesslich am 20. September 2004 mit dem Kommunikationssatelliten EDUSAT als Nutzlast statt.

Erst im vierten Anlauf, am 15. April 2005, wurde eine indische dritte Stufe eingesetzt, die ebenfalls  $\text{LH}_2$  (flüssiger Wasserstoff) und  $\text{LOX}$  (Flüssigsauerstoff) verbrennt, etwas mehr Schub lieferte und damit schwerere Nutzlasten im Geotransferorbit absetzen konnte. Leider stürzte die Rakete ins Meer, da offenbar die Vernierdüsen, die zur Schubvektorsteuerung dienen, nicht korrekt funktionierten. Die Rakete geriet ausser Kontrolle!

Nach derzeitigem Planungsstand soll die nächste GSLV-Rakete im Frühjahr 2013 abheben, um die neue Version zu qualifizieren. Ge-



Abbildung 4: Die erste indische Mondsonde Chandrayaan-1 bei der Endmontage. Die Sonde lieferte ab November 2008 über 300 Tage lang Informationen und Bilder des Mondes zur Erde. (Bild: ISRO / Archiv Schmidt)

plant war, mit diesem Raketentyp die erste indische Marssonde zu starten.

### Indien fliegt zum Mond

Bereits erfolgreich flogen die Inder dagegen unbemannt zum Mond. Die Raumsonde Chandrayaan-1 wurde am 22. Oktober 2008 mit einer modifizierten PSLV-Trägerrakete vom Satish Dhawan Space Centre an der Südküste Indiens gestartet. Die Trägerrakete brachte Chandrayaan-1 in einen  $240 \times 36'000$  km Geotransferorbit, von wo aus die Sonde nach einem 5,5 Tage dauernden Flug zum Mond aufbrach und in einen anfänglich 1000 km hohen, nahezu kreisförmigen Orbit um den Erdtrabanten einschwenkte. Zu Testzwecken wurde die Umlaufbahnhöhe allmählich auf 200 km gesenkt. Am 12. November 2008 umkreiste Chandrayaan-1 auf einer etwa 100 km hohen, annähernd kreisförmigen polaren Bahn unseren Mond. Eine Umrundung dauert an die zwei Stunden. Für Indien war es das erste Mal, dass sie einen Satelliten über den Erdorbit hinaus brachten. Die Inder verfolgten mit Chandrayaan-1 zwei Ziele: Es galt die technologischen Kapazitäten Indiens im Weltraum zu prüfen und zu verbessern, sowie wissenschaftliche Informationen zur Mondoberfläche zu gewinnen.

Am 14. November 2008 landete die Moon Impact Probe auf dem Mond. Sie schlug nach einem kontrollierten Absturz in der Nähe des Südpols

nahe des Kraters Shackleton auf. Während der Absturzphase mass die Sonde den Höhenabfall, schoss Nahaufnahmen der Mondoberfläche und analysierte die ausgesprochen dünne Atmosphäre. Die dabei gewonnenen Daten wurden im Orbiter zwischengespeichert und sollen bei der Vorbereitung einer späteren Mondlandung wichtige Hinweise liefern. Den Funkkontakt konnten die Inder bis zum 28. August 2009 um 20:00 Uhr UTC halten, dann brach der Kontakt zur Sonde ab. Sie war bis dahin 312 Tage im All und hatte den Erdtrabanten mehr als 3'400 Mal umrundet.

### Radarexperiment aus den USA

An Bord von Chandrayaan-1 befand sich nebst zehn wissenschaftlichen Experimenten auch ein Beitrag aus den USA. Bereits Mitte 2005 fanden Gespräche über den Mitflug eines amerikanischen Synthetic Aperture Radars statt. Dieses Radar wurde vom US-Verteidigungsministerium und dem Applied Physics Laboratory der Johns Hopkins University entwickelt und soll die Polarregionen des Mondes nach Wassereisvorkommen absuchen.

Die US-Sonde Lunar Reconnaissance Orbiter verfügte über ein ähnliches Radar, sodass beide Geräte in einem Bistatic-Modus arbeiten könnten, wobei eines der Geräte als Sender, das andere als Empfänger funktioniert. Dadurch wäre man der Frage nach Wassereis auf dem Erdnachbarn ein grosses Stück näher



Abbildung 5: Im Jahre 2016 plant die indische Raumfahrtbehörde ISRO den ersten Mondrover mit dem Namen Chandrayaan-2 zum Mond zu starten. (Bild: ISRO / Archiv Schmidt)

gekommen. Die Vernetzung beider Sonden schlug jedoch fehl. Chandrayaan-1 war zum Messzeitpunkt nicht auf den Mond ausgerichtet. Die Sonde musste aufgegeben werden.

Hingegen hatte man mittels Radar Bilder von Kratern in der Nähe des Südpols aufgenommen, auf die kein Sonnenlicht fällt. Die Gesamtkosten der Chandrayaan-1-Mission werden auf etwa 80 Millionen US-Dollar beziffert. Damit war das Chandrayaan-1-Projekt die bislang kostengünstigste aller je durchgeführten Mondmissionen.

tigste aller je durchgeführten Mondmissionen.

### Mondlander und Marssonde

Blicken wir abschliessend in die Zukunft: Mit Chandrayaan-2 ist die zweite Mond-Raumsonde der indischen Raumfahrtagentur ISRO im Bau, die 2016 starten soll. Vom Orbiter aus (Sonde, die um den Mond kreist) soll eine Landeplattform mit einem 30 bis 100 kg schweren

Mondrover auf die Oberfläche abgesetzt werden. Der Rover soll nach der erfolgten Landung, vergleichbar wie «Curiosity», einen Monat lang die Mondoberfläche genauer erforschen. Das Gefährt soll in der Lage sein, chemische Analysen des Mondgesteins vor Ort durchzuführen. Im Moment wird noch an einem grösseren und leistungsstärkeren Mondfahrzeug herumstudiert, das bis zu drei Monaten funktionstüchtig wäre. Die grösste Herausforderung wird sein, den Rover mit einem sogenannten Niedrigenergiemodus zu versehen, damit er auf «Schlafbetrieb» geschaltet werden kann, wenn die 14-tägige Nacht hereinbricht!

Das Projekt wird zusammen mit Russland realisiert. Erstaunlich ist, dass ein Schwellenland wie Indien solch ambitionöse Pläne realisieren will, wenn man bedenkt, dass das Land noch in den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts Gelder für Entwicklungshilfe bezog, ca. 40 Millionen Franken aus der Schweiz. Doch die Inder wollen noch höher hinaus. Von einer ersten unbemannten indischen Marsmission ist schon seit geraumer Zeit die Rede. Bereits 2009 arbeitete die ISRO an einem Projekt, das den Start eines Marsatelliten für 2013 vorsah. Damals ging man noch davon aus, auf eine zuverlässig funktionierende GSLV-Rakete zurückgreifen zu können. Doch die Pannenserie aufgrund offensichtlicher Entwicklungsdefizite riss nicht ab. So soll nach aktuellstem Stand eine PSLV-XL-Rakete zum Einsatz kommen.

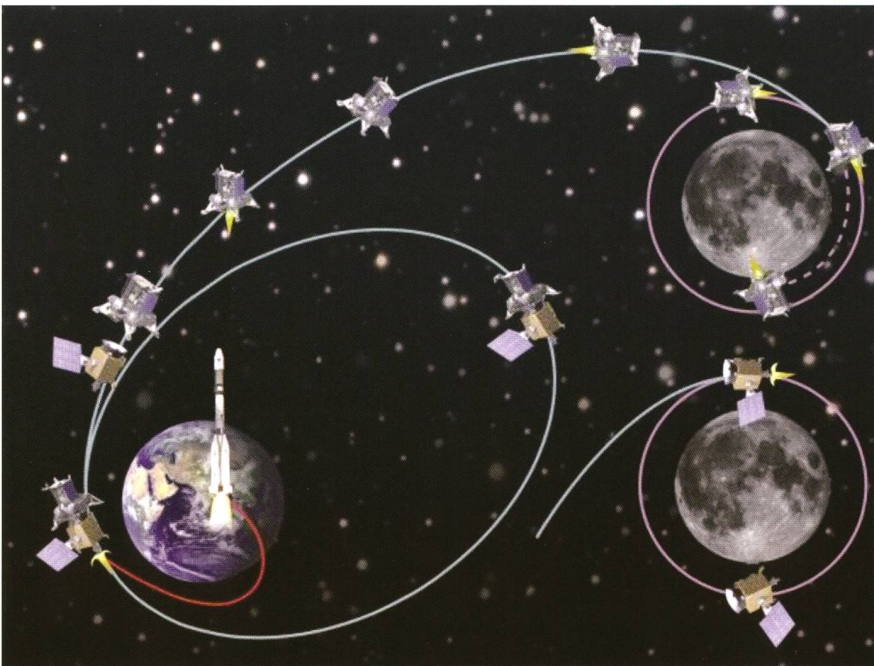


Abbildung 6: Schematischer Ablauf der Mission Chandrayaan-2 zum Mond im Jahre 2016. Erstmals soll ein indischer Mondrover auf der Oberfläche des Mondes landen. (Bild: ISRO / Archiv Schmidt)

Im August 2012 wurde die erste indische Marsmission offiziell vorgestellt. Ihr Name: Mars Orbiter Mission (MOM), was auf Hindi «Mangalyaan» (Mars-Fahrzeug) bedeutet. Mit rund 25 Kilogramm wissenschaftlichen Instrumenten ausgerüstet will die ISRO Ende November 2013 den aktuell im Bau befindlichen Marsatelliten zum roten Planeten schicken.

Kann der Start nicht wie geplant 2013 erfolgen, muss der Missionsbeginn um 27 Monate verschoben werden. Beim Bau des rund 1'400 kg schweren Satelliten wird auf den virtuellen Starttermin Mitte Oktober 2013 hin gearbeitet. Damit soll sichergestellt sein, dass Raumfahrzeug und Trägerrakete auch wirklich zur Verfügung stehen, wenn sich das Startfenster Richtung Mars zu öffnen beginnt.

Abbildung 7: Der jüngste Spross der indischen Träger-  
raketenfamilie ist die GSLV. Die ersten Starts mit Hilfe von  
russischer Technologie waren erfolgreich, im Frühjahr 2013  
soll die GSLV mit einer in Indien entwickelten kryogenen  
Oberstufe starten. (Bild: ISRO / Archiv Schmidt)



## Indischer Kosmonaut

Selbst in der bemannten Raumfahrt hat Indien schon Geschichte geschrieben. Im Rahmen des früheren sowjetischen Interkosmos-Raumfahrtprogramms, bei dem Kosmonauten aus befreundeten Nationen zur Raumstation Saljut 7 fliegen konnten, nahm 1984 mit RAKESH SHARMA zum ersten Mal ein Inder an einem bemannten Raumflug teil. Acht Tage verbrachte er an Bord der Saljut 7. Seit SHARMA gab es bislang keinen weiteren indischen Kosmonauten. Er wurde als Pilot der indischen Luftwaffe am 20. September 1982 durch die Indian Space Research Organisation in Absprache mit dem Juri-Gagarin-Kosmonautentrainingszentrum als Raumfahrer ausgewählt. 1984 war SHARMA als

Forschungskosmonaut Mitglied der dritten Gastmannschaft von Saljut 7, zu der er mit der Sojus T-11 flog. Am 11. April 1984 kehrte er mit Sojus T-10 zur Erde zurück. 1987 verliess SHARMA den aktiven Militärdienst, wurde zuerst Testpilot, dann in leitender Funktion bei der Nashik Division der Hindustan Aeronautics. 1992 wechselte er an die Niederlassung der Hindustan Aeronautics in Bangalore, wo er wieder sich weiter als Testpilot bewährte. 2001 hängte SHARMA seinen Fliegerberuf an den Nagel.

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

## Ihre Meinung



Seit Juni 2007 erscheint die astronomische Zeitschrift ORION mit neuem Konzept und in modernerer Aufmachung. Die Stossrichtung, nicht bloss nur ein Heft für Mitglieder der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft SAG herauszugeben, sondern den Kreis der Leserschaft auszuweiten, war richtig. Schon zwei Jahre nach meiner redaktionellen Übernahme konnte ein seit 1999 anhaltender Abonnentenrückgang endlich gestoppt werden. Eingehende Analysen haben gezeigt, dass nicht allein die Mehrsprachigkeit, sondern auch die SAG-Mitteilungen vor allem bei der jüngeren Leserschaft auf breite Ablehnung stiessen. Noch 2007 wurden die SAG-Informationen separat gedruckt dem ORION aber beigelegt. Nicht nur Kostengründe, sondern auch die effizientere Möglichkeit, SAG-Informationen auf die Website <http://sas.astronomie.ch/> zu stellen, bedeuteten das baldige Aus der gedruckten Mitteilungen. Überdies hätten via ORION als Informationsmedium die Mitteilungen nicht einmal die Hälfte aller SAG-Mitglieder erreicht, da ein ORION-Abonnement fakultativ ist.

Hin und wieder ist es spannend, aus Leserkreisen zu erfahren, wie Sie den Stand von ORION einschätzen. Was gefällt, was weniger? Was kann verbessert werden, was sollte unbedingt beibehalten werden? Wie beurteilen Sie das Konzept der Zeitschrift? Welche Themen kommen zu kurz? Wünschen Sie wieder vermehrt SAG-Mitteilungen auf Kosten astronomischer Beiträge?

Uns interessiert Ihre Meinung. Schreiben Sie uns! Kritik, positive wie negative, nehme ich gerne zur Publikation in der ORION-Ausgabe 2/13 bis zum 31. Dezember 2012 entgegen. «Gestalten» Sie mit Ihren Ideen und Anregungen an der Schweizer Astro-nomiezeitschrift mit.

■ **Thomas Baer**  
ORION-Chefredaktor  
Bankstrasse 22  
CH-8424 Embrach  
thomas.baer@orionzeitschrift.ch  
[www.orionzeitschrift.ch](http://www.orionzeitschrift.ch)