

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 71 (2013)
Heft: 374

Artikel: Brasilien, Indien und Japan (Teil 2) : Raumfahrtnationen mit Potential
Autor: Schmidt, Men J. / Baer, Thomas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-897611>

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: 01.04.2025

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

Brasilien, Indien und Japan (Teil 2)

Raumfahrtnationen mit Potential

■ Von Men J. Schmidt & Thomas Baer

Nach Brasilien und Indien (ORION 6/12) beleuchten wir im zweiten Teil der kleinen Raumfahrtnationen Japan. Die Geschichte reicht ins Jahr 1955 zurück, als das Institute of Industrial Science der Universität Tokio gegründet wurde. Japan übernahm viel amerikanisches Know-how, vor allem im Bereich der Raketentechnik. Wie Indien hat auch der Inselstaat den Mond ins Visier genommen und mit der Kaguya-Sonde geologische und topografische Messungen am Erdtrabanten durchgeführt. Bereits 2003 besuchte die Sonde Hayabusa den Asteroiden Itokawa.



Abbildung 1: Von der japanischen Startbasis Uchinoura Space Center (USC) wurden bereits 23 Satelliten ins All befördert. (Bild: JAXA / Archiv Schmidt)

Die Geschichte des Institute of Space and Astronautical Science (ISAS), zu deutsch «Organisation für Luftfahrt- und Weltraumforschung und -entwicklung», beginnt im Jahre 1955. Damals startete es erstmals sogenannte PENCIL-Raketen, die nur wenige Dezimeter hoch waren. 1970 wurde der erste japanische Satellit namens OHSUMI ins All geschossen. Ihm folgten 25 weitere ISAS-Forschungssatelliten. Im Jahre 1981 schloss sich das ISAS mit mehreren Forschungseinrichtungen verschiedener japanischer Universitäten zusammen. Während

der National Space Development Agency of Japan (NASDA) die nutzorientierte Raumfahrt (Fernerkundung) oblag, konzentrierte sich das ISAS auf wissenschaftliche Forschungsmissionen. Zu den ISAS-Missionen zählten interplanetare Raumsonden wie die beiden Kometensonden Suisei und Sakigake, der Mond-Orbiter Kaguya oder die mit vier Ionen-Triebwerken ausgestattete Asteroidensonde Hayabusa, sowie Weltraummissionen zur Erforschung kosmischer und solarer Phänomene. Regelmässig startete das ISAS auch Höhenforschungssa-

telliten und -ballone zur Atmosphärenforschung. Durch den universitären Rückhalt verfügt das ISAS über enormes intellektuelles Potential und bringt eine Vielzahl von bedeutenden Einrichtungen in die neue japanische Raumfahrtagentur ein. Vom früheren Kagoshima Space Center aus – heute trägt die japanische Startbasis den Namen «Uchinoura Space Center (USC)» – erfolgten bereits 23 Satelliten- und über 350 weitere Raketenstarts. Auf dem 31° 15' 8.23" Nord gelegenen Weltraumbahnhof (Insel Kyushu) stehen ausser der Startrampe auch zwei 20 und 34 Meter grosse Parabolantennen für die Satellitenkommunikation.

Die grössere der beiden wird unter anderem zusammen mit einer riesigen 64 Meter-Parabolantenne auf dem Gelände des Usuda Deep Space Center, unweit von Nagano gelegen, für den Kontakt zu interplanetaren Raumsonden eingesetzt. Die ISAS-Einrichtungen umfassen neben dem Sagami-Campus, wo das Verwaltungs- und Forschungszentrum, sowie ein Zentrum für die Entwicklung und den Test von Raketen- und Satellitenkomponenten untergebracht sind, das Noshiro Testing Center im Norden der Insel Honshu. Hier werden Feststoff-Raketen- und Ramjet-Überschalltriebwerke getestet. Vom Sanriku Balloon Center (SBC) aus, das ebenfalls dem ISAS angeschlossen ist, wurden seit 1971 bereits 413 Forschungsballone in Höhen bis zu 50 Kilometer gestartet.

Aus NASDA wurde JAXA

Die 1969 als staatliche Raumfahrtbehörde gegründete NASDA war die treibende Kraft in der Entwicklung japanischer Trägerraketen mit Flüssigtreibstoff-Antrieb. Die 53 m hohe H-IIA-Rakete ist der aktuell neueste Typ.

Die NASDA unterhielt zahlreiche Forschungs-, Kommunikations- und Starteinrichtungen, von denen das Tsukuba Space Center erwähnt sein soll. Hier werden und wurden nicht nur Satelliten getestet, sondern auch das Labormodul Kibo der Internationalen Raumstation vorbereitet. Das Zentrum beherbergt weiter ein Wasserbecken, in dem japanische Astronauten ihre Weltraumeinsätze trainieren können. Der mit einer Fläche von 9,7 Quadratkilometern grösste Weltraum-

bahnhof Japans ist das Tanegashima Space Center. Von hier aus starten die grossen H-IIA- und J-I-Trägerraketen und kleinere Forschungsraketen.

2003 entstand aus der NASDA die heutige japanische Weltraumorganisation Japan Aerospace Exploration Agency, kurz JAXA. Sie übernahm diverse Aussenbüros in europäischen und nordamerikanischen Staaten.

Teuer aber zuverlässig

Japan verfügt über kleine Feststoffraketen des Typs Lambda und der Mu-Serie sowie grössere Flüssigkeitsträgerraketen der N- und H-Serie für schwerere Nutzlasten. Die Gründe, warum zwei verschiedene Raketentypen zum Einsatz kommen, sind nicht nur technologisch, sondern strukturell und organisatorisch zu erklären. ISAS betreibt die Feststoffraketen der Mu-Serie, die nationale Raumfahrtagentur JAXA sowie die N- und H-Raketen. Beide

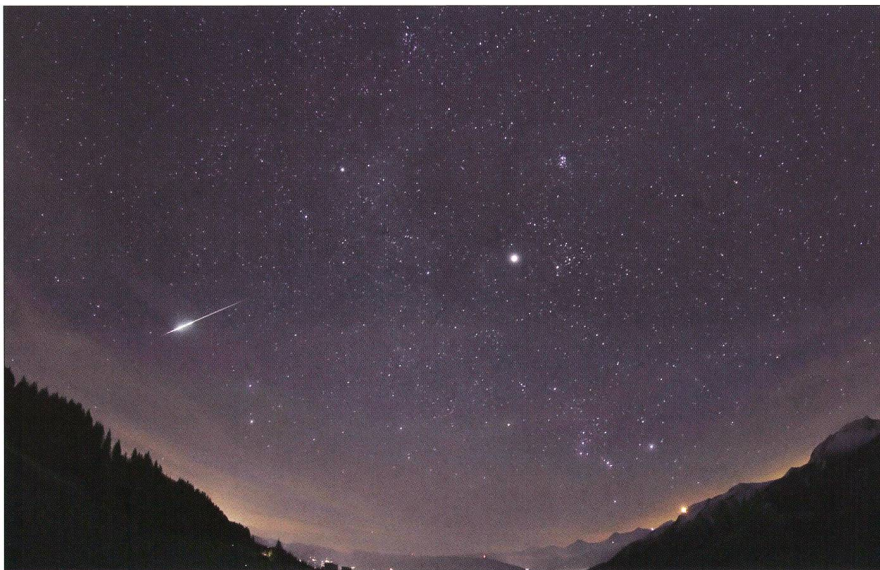
Startplätze, Kagoshima (ISAS) und Tanegashima (JAXA), liegen im Süden Japans, was infolge der Äquatornähe Sinn macht, doch die strengen Fischereirechte schränken die Japanische Raumfahrt beträchtlich ein. Da ausgerechnet in der Startzone die Meere mit kilometerlangen Treibnetzen leer gefischt werden und Japans Fischerei oberste Priorität genießt, dürfen Raketen nur innerhalb der zweijährlichen Startfenster von Mitte Januar bis Ende Februar und von Ende Juli bis Ende September abheben. Dies führte oft zu Verzögerungen, wenn innerhalb der kaum viermonatigen Startperiode noch schlechtes Wetter oder technische Probleme hinzukamen. Mit einer Ausnahme beförderten die japanischen Trägerraketen nur Nutzlasten ins All. Bislang erfolgten in den 24 Jahren, in denen die N- und H-Raketen entwickelt wurden, lediglich 31 Starts, was die Kosten massiv verteuerte. Im Gegensatz etwa zur Europäischen Weltraumorganisation ESA, wo die Raketenfertigung in ganzen Losen zu 30

bis 50 Exemplaren an die Industrie vergeben werden, baut Japan seine Trägerraketen als Einzelanfertigungen gewissermassen «von Hand». Dadurch sind diese die teuersten der Welt, 2-3 Mal teurer als ihre westlichen Gegenstücke. Dies ist auch der Grund, warum bis jetzt bloss zwei ausländische Nutzlasten in 30 Jahren gewonnen werden konnten: Express für den letzten Start der Mu-3SII und Artemis, ein europäisch-japanischer geostationärer Kommunikationssatellit, für den Erstflug der H-2A, der allerdings auf die Ariane 5G umgebucht wurde. Die Entwicklung der Flüssigstoffraketen begann mit dem Bau der US-amerikanischen Delta L (Delta 1000 bzw. Delta 1914) in Lizenz. Sie wurde durch die H-Rakete abgelöst und wird heute nicht mehr betrieben. 1969 schloss die NASDA eine Lizenzvereinbarung zum Nachbau der amerikanischen Delta-Rakete ab. Die N-I war im Wesentlichen eine Kopie der amerikanischen Delta-L, die N-II eine Nachbildung der Delta 1914. Die N-I war mit einem Radiolenksystem ausgerüstet. Ihre Startmasse wog 33 t, die Höhe der Rakete mass rund 40 m. Sie konnte Nutzlasten bis 130 kg in einen geostationären Orbit transportieren.

Erwerb von amerikanischem Know-how

Als die japanische N-I zum ersten Mal abhob, hatte die USA bereits ihre 2914. Version einer Delta L-Trägerrakete gebaut, welche damals die doppelte Nutzlast zum japanischen Nachbild befördern konnte. Die Japaner arbeiteten allerdings noch im Jahre 1975 mit einer veralteten Technologie. Kein Wunder, schielte man gerne nach Osten und sah in den USA einen geeigneten «Entwicklungshelfer». Bald konnte mit der eigens entwickelten zweiten Raketstufe, in der ein japanisches Triebwerk des Typs LE-3 eingebaut wurde, die Nutzlast auf 500 kg erhöht werden; der Typ N-II (NKai-II) war geboren.

Ab Mitte der 80er-Jahre des letzten Jahrhunderts löste die 139 t schwere H-I-Rakete, welche im wesentlichen auf der N-II-Technologie basierte und mit einer 6 oder 9 Castor II Boostern bestückten Thor-Unterstufe angetrieben wurde sowie eine grössere Oberstufe besass, die N-II-Serie ab. Letztmals flog sie am 11. Fe-



Wo blieben 2012 die Leoniden?

Alljährlich am 17. November findet das Leoniden-Maximum statt, d.h in dieser Nacht sollten zahlreiche Meteore gesichtet werden, die aus dem Sternbild Löwe zu kommen scheinen. JONAS SCHENKER postierte die Kamera auf einem Stativ, in Richtung Thunersee blickend, und schoss automatisch insgesamt 860 (!) Bilder. Bei Sichtung der einzelnen Bilder entdeckte ich auf 4 Bildern helle Meteore, doch statt der Leoniden waren es (nördliche) Tauriden! Auf dem Bild ist Jupiter als hellster Punkt erkennbar und gleich rechts daneben das Sternbild Stier. Darüber befinden sich die Plejaden. Der Orion überquert eben den Horizont. Verlängert man die Meteor-Spur rückwärts, erkennt man sehr schön, dass er scheinbar etwas nördlich aus dem Sternbild Stier zu kommen scheint. Die Aufnahme entstand in 30 Sekunden mit einer Canon D7 und dem Fisheye-Objektiv 8-15 mm, bei Brennweite 10 mm (Blende 4, ISO 1600). (Bild: Jonas Schenker)

bruar 1992. Die Entwicklung der H-II-Trägerrakete begann bereits 1986, stellte jedoch trotz Namensähnlichkeit eine komplette Neuentwicklung dar. Hier fand man in der Ariane 5-Technologie Nachahmung. Zwei Feststoffbooster liefern den nötigen Startschub, während ein einzelnes Triebwerk die Rakete beschleunigt. Der Antrieb erfolgt durch Verbrennung von flüssigem Sauerstoff und Wasserstoff (LOX/LH2) nach dem Hauptstromverfahren, bei dem die gesamten Treibstoffe durch die Haupt-Brennkammer geführt werden und durch eine hydraulisch schwenkbare Düse (LE-7) stabilisiert wird. Die H-II ist eine vollständig japanische Eigenentwicklung, vom technischen Standpunkt her gesehen ein idealer Träger, der Nutzlasten von bis zu 4 t in einen geostationären Umlauf bringen kann und mit 258 t Gewicht wesentlich leichter als die Ariane 44LP ist.

Die Entwicklung des Triebwerks der ersten Stufe erwies sich schwieriger als geplant. Es kam bei statischen Tests zu Zwischenfällen, wodurch sich der Erststart der H-II bis 1994 verzögerte. Fast ein Drittel der 2300 Millionen US\$ Entwicklungskosten floss allein in die Entwicklung und den Bau des LE-7-Triebwerks!

Die H-II-Rakete war, wie schon ihr Vorgängertyp, bedingt durch die ex-

trem hohen Startkosten kaum konkurrenzfähig. Ihre Produktion wurde eingestellt; mit den aktuellen Serien H-IIA und H-IIBÆ folgten weitere Modifikationen, mit dem Ziel kommerziell wettbewerbsfähiger zu werden. Bis auf einen einzigen Fehlschlag am 29. November 2003 arbeiten die japanischen H-IIA- und H-IIB-Trägerraketen mit 96% Zuverlässigkeit äusserst effizient.

Der abenteuerliche Flug des «Wanderfalken»

Japan wäre nicht Japan, wenn es als kleine Weltraumfahrtation keine hochgesteckten Ziele gehabt hätte. Die Sonde Hayabusa, zu deutsch Wanderfalken, hob im Mai 2003 in Richtung Asteroid (25143) Itokawa (frühere Bezeichnung 1998 SF₃₆) ab. Den 535 × 294 × 209 m grossen Brocken erreichte sie im September 2005 und lieferte spektakuläre Bilder seiner Oberfläche mit einer Auflösung von unter einem Meter! Die Sonde schwenkte nicht in eine Umlaufbahn um den Asteroiden ein, sondern verharrte in einer Höhe von rund 20 km über dessen Oberfläche, die präzise kartiert wurde. Anschliessend näherte sich der «Wanderfalken» dem kartoffelförmigen Objekt mehrfach und entnahm schwebend, von Ionentriebwerken stabilisiert, via einen Trich-



ter, in dem ein kleines Projektil mit kurzzeitig geöffnetem Probenbehälter auf die Oberfläche abgefeuert wurde, wenige Gramm Bodenmaterial.

Diverse technische Probleme mit der Lageregelung, den Hydrazin-

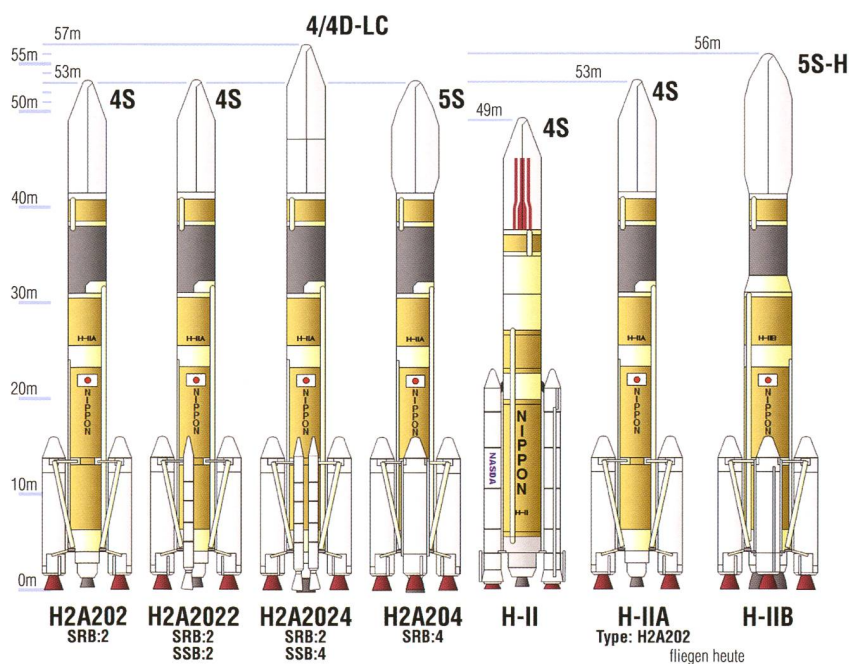


Abbildung 2: Die japanische H2- und H-II-Raketenfamilie. Die H-IIA und H-IIB sind derzeit im Einsatz. Der letzte Start einer H-IIB-304 erfolgte am 21. Juli 2012, Ende Januar 2013 soll eine H-IIA den Erdbeobachtungssatelliten IGS Radar 4 in eine Umlaufbahn bringen. (Grafik: Wikimedia Commons)

Angebote für Einsteiger und Profi - Ihr Partner in der Schweiz!

Photo (c) 2011 by Eduard von Bergen

AstroOptik von Bergen GmbH

In unserem Sortiment finden Sie Artikel von:
 AOH - ASA - ASTRONOMIK - BRADER - BRESSER
 CANON - CELESTRON - CORONADO - EURO EMC
 GSO - HOPHEIM - INTES MICRO - HOWA
 LUMICON - MEADE - 10 MICRON - NIKON
 ORION - PELI - PLANEWAVE - PWO - SBIG
 TAKAHASHI - TELE VUE - THE IMAGING SOURCE
 TS - TELRAD - VIXEN - ZEISS

www.fernrohr.ch

Eduard von Bergen dipl. Ing. FH
 CH-6060 Sarnen / Tel. ++41 (0)41 661 12 34

Photo (c) 2012 by Eduard von Bergen

Unsere langjährige Erfahrung in der visuellen und photographischen Astronomie ist Ihre Beratung!

triebwerken und der Datenübertragung verzögerten den Rückflug der Sonde zur Erde. Erst am 13. Juni 2010, knappe fünf Jahre später als geplant, tauchte Hayabusa über Australien in die Erdatmosphäre ein. Der Rückkehrbehälter enthielt tatsächlich eine Anzahl kleiner Partikel, die eindeutig von Itokawa stammen. Nach dieser abenteuerlichen Reise wurde mit Hayabusa 2, die in zwei oder drei Jahren mit einer H-IIA-Rakete in Richtung Asteroid 1999 JU3 geschickt werden soll, bereits die zweite japanische Asteroiden-Mission gestartet. Als Ankunftszeitpunkt wird das Jahr 2018 angegeben.



Abbildung 4: Rückkehrbehälter mit Partikeln von Itokawa. (Bild: Wikimedia Commons)

Japans Griff zum Mond

Wie Indien schickte Japan am 14. September 2007 mit Kaguya die erste Mondsonde unter dem Projektnamen SELENE (Selenological and Engineering Explorer) in Richtung Erdtrabant. Für JAXA war es «The largest lunar mission since the Apollo program». Die primären

Ziele dieser Mission waren geologischer Natur; vom 14. Dezember 2007 bis 17. Februar 2008 und vom 7. Juli bis 31. Oktober 2008 wurde eine Karte der Mondoberfläche zur Verteilung von Uran, Thorium und Kalium auf Basis von Messungen des Gammastrahlenspektrometers (GRS) erstellt. Im Verlaufe des Unternehmens wurden auch verschiedene neuartige Technologien für spätere Mondmissionen erfolgreich erprobt. SELENE bestand aus drei Komponenten, einem 2,1 x 2,1 x 4,2

m grossen Hauptorbiter mit einem 12 m langen Magnetometer-Ausleger und vier 15 m langen Radaranennen. In ihm waren die meisten Instrumente untergebracht. Der VRAD-Satellit (Ouna) – über eine X-Band und drei S-Band Radioquellen verfügend – wurde in einer polaren Mondumlaufbahn 100 km und 800 km Höhe ausgesetzt und der Relaisatellit (Okina) gewährleistete den Funkkontakt zwischen Orbiter und Erde, wenn sich dieser im Funk Schatten hinter dem Mond befand. Mit 6000 km/h schlug Kaguya am 10. Juni 2009 in der Nähe des Kraters Gill auf; damit war die Mission beendet.

Acht Astronauten und ISS-Flüge

Die Weltraumfahrt ist, wie beschrieben, vor allem für die kleinen Nationen wie Japan nur dank kooperativer Zusammenarbeit mit der in dieser Branche führenden Partnern überhaupt möglich. Für JAXA war eine Beteiligung an der Internationalen Raumstation



www.teleskop-express.de

Teleskop-Service – Kompetenz & TOP Preise

Der große Onlineshop für **Astronomie, Fotografie und Naturbeobachtung**

mit über **4000 Angeboten!**

Neu von Teleskop-Service: Die Photoline APO Serie



PHOTOLINE EDs
Preiswerte Refraktoren mit besserer Farbkorrektur und hervorragender Ausleuchtung

80mm f/7: 411,76 €
102mm f/7: 618,48 €
110mm f/7: 825,21 €



PHOTOLINE APOs
Farbreine Triplet-Objektive voll justierbar, top Qualität sehr gute Mechanik beste Ausleuchtung

80mm f/6: 839,50 €
102mm f/7: 1.172,27 €
115mm f/7: 1.258,82 €
130mm f/7: 1.805,88 €



PHOTOLINE Korrektoren:

3" Vollformat Flattener
für Ausleuchtung ca. 60mm
209,24 €
(125,21 € i.V. mit Photoline Teleskop)

0,75x Reducer und Korrektor von Riccardi mit 42mm Ausleuchtung für die Triplet Apos
504,20,- €

0,8x Reducer und Korrektor für die EDs 121,85,- €

Unsere besonderen Autoguiderempfehlungen:



Starlight Xpress Lodestar
Ein Autoguidere der neuesten Generation mit besonders einfacher Bedienung „klein und leicht wie ein 1,25" Okular
Lodestar: 418,49,- €



Moravian Autoguidere
ultraleichter Autoguidere mit hoher Empfindlichkeit - eine Alternative zum Lodestar
Sensor: Sony ICX424AL
G0-0300: 365,54 €



Lacerta M-Gen V 2.0
Dieser Stand Alone Autoguidere kann ohne Computerhilfe alle Funktionen eines Autoguiders übernehmen.
M-Gen: 461,34 €

Hinweis: Alle Preise in dieser Anzeige sind Netto-Export Preise ohne MwSt!

Neu: TSED503



Kompaktes und sehr vielseitiges Teleskop und Teleobjektiv - Gewicht nur 1,3 kg, Transportlänge nur 25 cm! Mit ED Doublet Objektiv. Öffnung 50mm, Brennweite 330mm (f/6,6)
Inkl. CNC Rohrschelle + 1:10 Okularauszug
335,29 €

Neu: TSAPO805



- TS 80mm f/6 - Super Apo mit 2,5" CNC Auszug mit Mikro Untersezung
- 3-elementiges 80/500mm FPL53 Objektiv
- verbesserter modularer Metalltubus für optimierte Fokuspositionen - für ALLE Anwendungen
- Inkl. CNC Rohrschellen + 3fach teilbarem Tubus
1.046,22 €

Neu: ATIK 460 EX color + s/w



- Kompaktes Gehäuse mit nur 60mm Durchmesser
- SONY ICX 694 Sensor mit effektivem Anti Blooming
- Sensor 12,5 x 10mm (6 MP)
- Großes Softwarepaket

2.226,- €

Telefon: +49 (0)89-1892870 • Fax: +49 (0)89-18928710 • info@teleskop-service.de Teleskop-Service, Keferloher Marktstr. 19C, D-85640 Putzbrunn/Solalinden

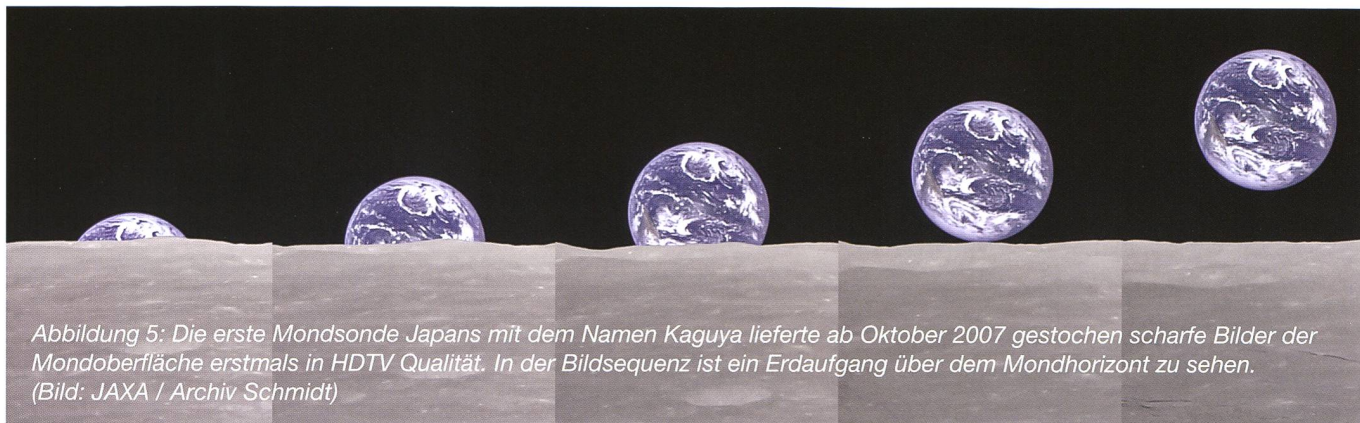


Abbildung 5: Die erste Mondsonde Japans mit dem Namen Kaguya lieferte ab Oktober 2007 gestochen scharfe Bilder der Mondoberfläche erstmals in HDTV Qualität. In der Bildsequenz ist ein Erdaufgang über dem Mondhorizont zu sehen. (Bild: JAXA / Archiv Schmidt)

ISS die logische Folge. Die ersten beiden Stücke des Japanese Experiment Module (JEM) mit dem Übernamen Kibo – übrigens das grösste Einzelmodul der ISS sowie das erste bemannte Weltraumprojekt Japans – wurden mit den Space Shuttle-Missionen STS-123 (11. März 2008) und STS-124 (31. Mai 2008), das letzte Element an Bord der Mission STS-127 (15. Juli 2009) zur ISS befördert (vgl. Abb. 6). Kibo ist ein eigentliches Weltraumlabor, 11.19 m lang mit einem Durchmesser von 4.39 m und einem Gewicht von 14.8 t, mit insgesamt 23 Experimentierstationen, von denen in einer ersten Phase deren 14 in Betrieb genommen wurden. Geforscht wird vor allem in den Bereichen Weltraummedizin, Biologie und Materialforschung. Es können bis vier Astronauten gleichzeitig arbeiten.

Japan verfügt derzeit über ein achtköpfiges aktives Astronautenteam. Als ersten Astronautenanwärter wählte JAXA 1992 den damals 29-jährigen KOICHI WAKATA und schickte ihn noch im August desselben Jahres zur Ausbildung zum Missionspezialisten ans NASA Johnson Space Center nach Leage City bei Houston, Texas. Am 11. Januar 1996 flog er erstmals an Bord des Space Shuttle Endeavour (STS-72) ins All. Die sechsköpfige Crew fing die zehn Monate zuvor gestartete japanische Plattform Space Flyer Unit (SFU) ein und setzte für zwei Tage die Plattform OAST aus. Als Vorbereitung auf weitere Missionen wurden während zweier Weltraumspaziergänge Montagetechniken trainiert. Bereits vier Jahre später brach WAKATA zur ISS auf, wo die Montage des Gitterstrukturelements Z1 und des Pressurized Mating Adapter PMA-3 (Andocksystem) auf dem Programm standen. 2007 wurde WAKATA als Bordingenieur für die ISS-Expedi-

tion 18, die damals auf Sommer 2007 geplant war, vorgesehen. Die Mission startete an Bord der Raumfähre Discovery aber erst am 15. März 2009 (STS-119). WAKATA blieb auf der ISS und begleitete weiter die Missionen 19 (Ende März bis Ende Mai 2009) und 20 (Mai bis Juli 2009), ehe er mit der Raumfähre Endeavour (STS-127) am 31. Juli 2009 auf dem Kennedy Space Center landete. WAKATA ist für den kommenden Langzeitaufenthalt (ISS-Expedition 38) vorgesehen. Die Mission ist auf November 2013 geplant.

Mit SOICHI NOGUCHI, SATOSHI FURUKAWA und AKIHIKO HOSHIDE verfügt Japan über drei weitere ISS-erprobte Astronauten. Die übrigen, unter ihnen CHIAKI MUKAI, KIMIYA YUI, TAKUYA ONISHI und NORISHIGE KANAI werden derzeit bei der NASA ausgebildet.

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

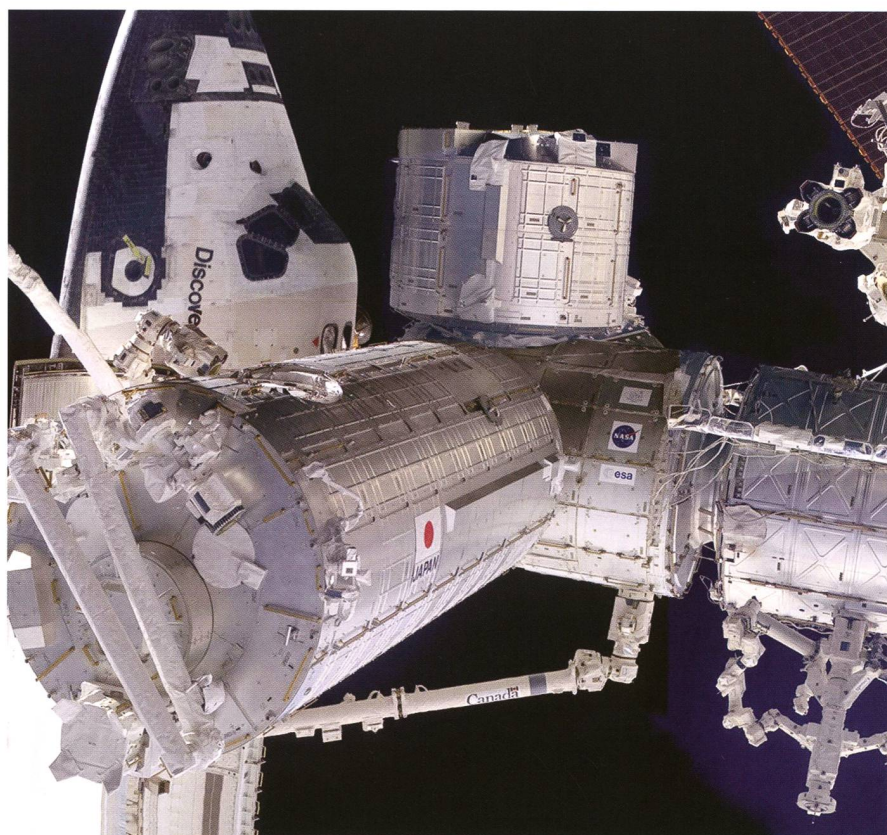


Abbildung 6: Am 3. Juni 2008 dockte die Raumfähre Discovery an die ISS an und brachte die Kibo-Hauptbaugruppe «Pressurized Module (PM)» und den Roboterarm (RMS) mit. Einen Tag später schwebte A. HOSHIDE zusammen mit K. NYBERG erstmals ins noch leere Modul. (Bild: Wikimedia Commons)