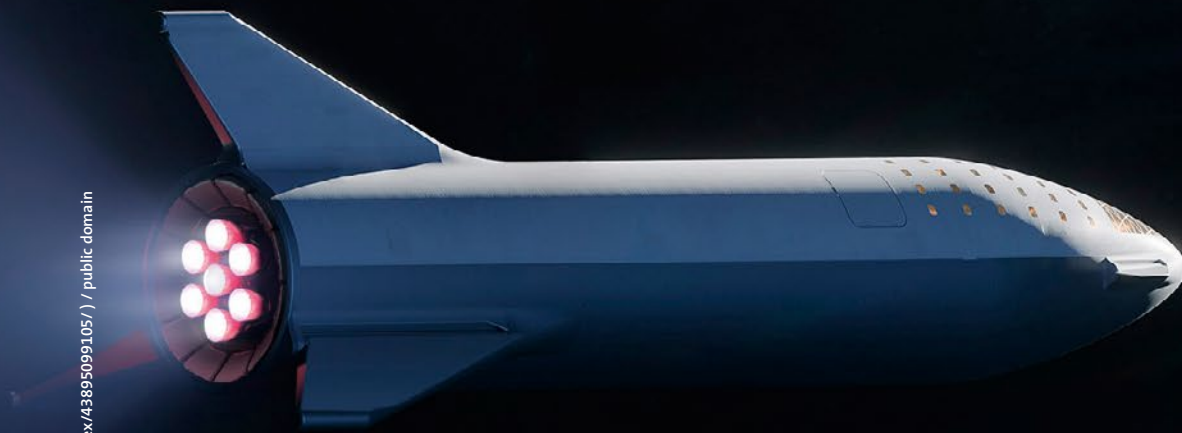




Vom neuen Wettlauf zum Erdtrabanten

Missionsziel



Official SpaceX Photos / BFR passing the Moon (<https://www.flickr.com/photos/spacex/43895099105/>) / public domain

Nach den stürmischen Anfangsjahren der Raumfahrt wurde es still um den Mond. »Wir waren da, und damit ist die Sache erledigt«. So schien es. Doch nun erlebt der Mond eine Renaissance. Indische Sonden umkreisen ihn, chinesische Rover drehen ihre Runden auf Vorder- und Rückseite, israelische und deutsche Privatunternehmen wollen dort ihre Roboter landen, und schon in wenigen Jahren werden ihn auch Menschen wieder besuchen. Wir blicken zurück und wagen einen Blick in die Zukunft.

Von Eugen Reichl

BFR passiert den Mond

Was heute noch wie Sciencefiction aussieht, kann schon in wenigen Jahren Wirklichkeit werden. Eine »Big Falcon Rocket« (BFR) von SpaceX mit zahlenden Passagieren an Bord fliegt um den Mond.

Mond

Am 14. September 1959, zwei Minuten nach Mitternacht Moskauer Zeit, erreichte das erste von Menschen geschaffene Objekt die Mondoberfläche. Der Einschlag erfolgte ungebremst, 800 Kilometer vom Zentrum der sichtbaren Mondscheibe entfernt, zwischen den Kratern Autolycus und Archimedes, mit einer Geschwindigkeit von etwa 12000 Kilometern pro Stunde. 30 Minuten später erschütterte ein zweiter Einschlag die Mondoberfläche, als auch die dritte Stufe der R-7-Trägerrakete den Mond erreichte. Die sowjetische Nachrichtenagentur TASS meldete sich wenige Stunden später stolz mit folgendem Wortlaut: *»Heute, am 14. September, um 00:02:24 Uhr Moskauer Zeit, erreichte ein zweites sowjetisches Raumfahrzeug die Oberfläche des Mondes. Zum ersten Mal in der Geschichte ist damit ein Raumflug von einem Himmelskörper zu einem anderen erfolgt. In Erinnerung an dieses Ereignis wurden Plaketten mit dem Emblem der UdSSR und der Inschrift Union der sozialistischen Sowjetrepubliken, September 1959, auf der Oberfläche des Mondes platziert. Das Erreichen der Mondoberfläche durch dieses sowjetische Raumfahrzeug ist ein bemerkenswerter Erfolg der Wissenschaft und Technologie. Es ist der Anfang einer neuen Phase in der Weltraumforschung.«*

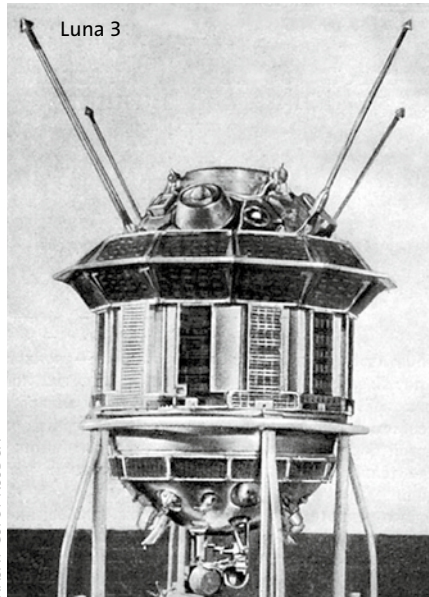
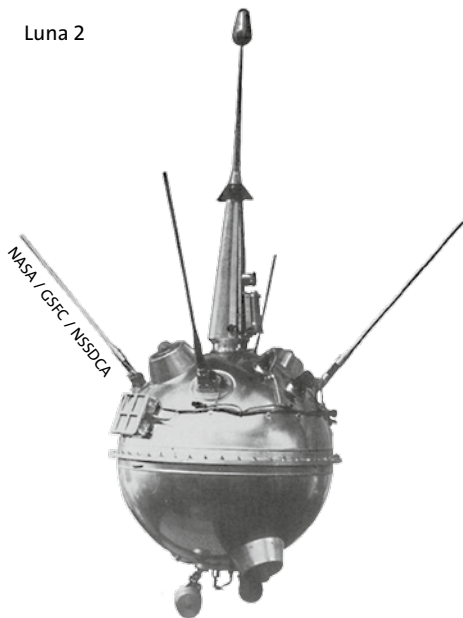
Die korrekte Bezeichnung des Raumfahrzeuges, E-1-6, klang ein wenig spröde. Der breiten Öffentlichkeit wurde es daher unter dem Namen bekannt, den die TASS dem Objekt gab: Luna 2 (siehe Bild S. 44). Das mit dem »zweiten sowjetischen Raumfahrzeug« in der Meldung bezog sich im Übrigen auf Luna 1. Die hatte im Januar desselben Jahres den Mond noch

IN KÜRZE

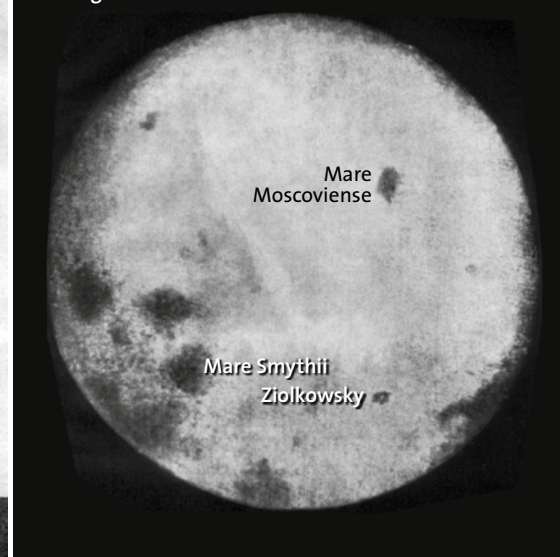
- Vor 50 Jahren betraten Menschen erstmals den Mond. Danach verebbten die Besuche unseres Trabanten für Jahrzehnte.
- Nationen, Organisationen und auch Privatfirmen entdecken nun ihr Interesse am Mond neu – nicht nur aus wissenschaftlichen Beweggründen.
- Hier stellen wir die vergangenen und künftigen Vorhaben der Raumfahrt zum Mond vor.

Official SpaceX Photos / BFR passing the Moon (<https://www.flickr.com/photos/spacex/43895099105/>) / public domain

Luna 2



Erdabgewandte Seite des Mondes



Die Luna-Missionen 2 und 3

Die Einschlagsonde Luna 1 verfehlte den Mond, was die sowjetische Propaganda aber als geplanten »Vorbeiflug« verkaufen konnte. Die baugleiche Sonde Luna 2 war jedoch erfolgreich: Die 390 Kilogramm schwere Sonde schlug am 13. September 1959 auf der Mondoberfläche auf. Der Nachfolger Luna 3 (mittleres Bild) umflog im Oktober 1959 den Erdtrabanten auf einer zirkumlunaren Bahn und machte die ersten Bilder von seiner bis dahin unbekannten Rückseite (rechtes Bild).

verfehlt, was seinerzeit der Öffentlichkeit als geplanter Vorbeiflug verkauft worden war. Von da an, so schien es, gehörte der Mond zu unserem Heimatplaneten. Die Metapher vom siebten Kontinent der Erde machte die Runde. Nur wenige Wochen nach Luna 2 verzeichnete die Sowjetunion einen weiteren Erfolg, als Luna 3 die ersten Bilder von der Rückseite des Mondes übermittelte.

Im Januar 1966 gelang Luna 9 die erste weiche Landung auf dem Erdtrabanten, und kurz darauf erreichte mit Luna 10 erstmals eine Raumsonde eine Umlaufbahn um den Mond.

Die Amerikaner ziehen nach

Dann begann die Zeit der bemannten Raumflüge zum Mond im Rahmen des Apollo-Programms der NASA (siehe Artikel ab S. 24 in diesem Heft). Es schien, als sei dem Menschen im Weltraum von nun an alles möglich. Nur vier Jahre lagen zwischen der ersten bemannten Umrundung des Erdbegleiters durch Apollo 8 im Dezember 1968, bis zur letzten Landung – von Apollo 17 – im Dezember 1972. 24 Menschen flogen zum Mond, drei von ihnen sogar zweimal. Zwölf US-Astronauten

landeten auf dem Erdtrabanten und gelangten wieder sicher zur Erde zurück.

Ursprünglich war das Apollo-Programm bis zur Mission von Apollo 20 geplant gewesen. Die Hardware dafür stand bereit. Die Flüge von Apollo 18, 19 und 20 sollten nach dem Skylab-Programm im Abstand von jeweils einem Jahr durchgeführt werden, um so die Zeit bis zum ersten Shuttle-Flug zu überbrücken. Doch dazu kam es nie. Die drei komplett fertigen Garnituren an Apollo-Raumschiffen und Landefähren wanderten ins Museum.

Ein Fiasko auf der ganzen Linie waren die beiden bemannten Mondprogramme der UdSSR: das Projekt L1 mit der zirkumlunaren Umfliegung des Erdtrabanten und das Programm L3 mit der eigentlichen Landung auf dem Mond.

Mit ihren unbemannten Sonden war die Sowjetunion dagegen erfolgreicher. Die erste Probenrückführung von Mondmaterial zur Erde gelang mit Luna 16 im September 1970. Luna 17 brachte im November 1970 den ersten Lunochod-Rover auf den Mond. Danach sandten die Sowjets noch einen weiteren Rover und mehrere Orbiter und Lander mit Probenrückführkapseln zum Erdbegleiter.

Am 24. August 1976 berichtete die Nachrichtenagentur TASS, dass mit der Landestufe von Luna 24 auf dem Mond noch Kontakt bestehe. Diese Meldung war die letzte offizielle Verlautbarung, die jemals im Rahmen des sowjetischen Luna-Programms gemacht wurde. Damit endete die erste Phase der astronautischen Monderkundung. Es wurde still um den Erdtrabanten.

Der Mond gerät in Vergessenheit

Zwischen August 1958 und August 1976, in einem Zeitraum von nur 18 Jahren, waren mehr als einhundert Raumsonden zum Mond geschickt worden. In den darauffolgenden 18 Jahren waren es genau zwei: Die japanische Kleinsonde Hiten im Januar 1990 und die kaum größere US-Sonde Clementine im Januar 1994 (siehe Bild S. 45). Und diese stammte noch nicht einmal von der NASA, sondern von der militärischen Ballistic Missile Defense Organisation.

Auch das US-Verteidigungsministerium hatte mit dem Mond nichts am Hut. Clementine war ein Technologieträger, der neue Sensoren und Komponenten in unterschiedlichen Weltraumumgebungen erproben sollte. Das sollte am Mond und vor allem am Asteroiden Geographos geschehen. Viel Geld wollten die Militärs dafür nicht ausgeben, und überredeten daher die nicht sonderlich interessierte NASA zu einer Beteiligung.

Das Desinteresse hatte seinen Grund, denn der Mond war 1994 tabu. Die Clementine-Mission erfolgte nicht lange nach der Zeit, als Vizepräsident Dan Quayle die Raumfahrtbehörde aufgefordert hatte,

ein Programm für die Space Exploration Initiative auszuarbeiten, und das dafür benötigte Budget zu bestimmen. An dieser Stelle beging die NASA den größten Fehler ihrer Geschichte. In der Hoffnung, wieder zu alter Größe und Ruhm zurückzukehren, entwarf sie die bis auf den heutigen Tag berühmte »90-Tage-Studie« – ihr exakter Name war »The 90-Day Study on Human Exploration of the Moon and Mars«. Es war der Plan einer grandiosen Weltraumoper, die sich über drei Jahrzehnte erstrecken und 500 Milliarden US-Dollar kosten sollte. Das Konzept fiel im Kongress mit Pauken und Trompeten durch.

Exakt zu dieser Zeit also, als der Mond in der US-Raumfahrt nicht mehr gesellschaftsfähig war, übermittelte Clementine die Entdeckung von Wassereis auf dem Erdtrabanten. Nichts hätte der NASA ungelegener kommen können, und so stellte die Raumfahrtbehörde augenblicklich die Erkenntnisse dieser Forschungssonde in Frage. Das Letzte, was sie im gereizten politischen Umfeld der damaligen Zeit hätte gebrauchen können, war eine großangelegte Initiative der Wissenschaftsgemeinde, den Mond wieder in den Fokus der Aufmerksamkeit zu bewegen. Immerhin wurde – um die Forscher ruhig zu stellen – 1998 die Kleinsonde Lunar Prospector losgeschickt, um sich die Sache mit dem Eis noch einmal genauer anzuschauen.

Es sollte danach noch einmal elf Jahre dauern, bis die NASA den Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO; siehe Posterbeilage und S.39 in diesem Heft) und die



Sonde: NASA; Hintergrund: DSS2 / STScI / suW-Grafik

Einschlagsonde LCROSS (Lunar Crater Observation and Sensing Satellite) zum Mond entsandte. In dieser Zeit unternahmen die USA mit dem Constellation-Programm auch einen ziemlich kostspieligen neuen Anlauf für ein bemanntes Programm. Die Hoffnung auf die bemannte Rückkehr zum Mond währte aber nur kurz, denn 2010 wurde es von Präsident Obama wieder eingestellt. Statt zum Mond wollte man nun irgendwann nach 2025 auf einem erdnahen Asteroiden landen.

Neue Player aus Europa und Asien

Während die Amerikaner gerade das Constellation-Programm im Keim ersticken, hatten die Raumfahrt-Mittelmächte Europa, Indien, Japan und China eine Reihe von Mondsonden losgeschickt. Die ESA

Nur ein Technologieträger

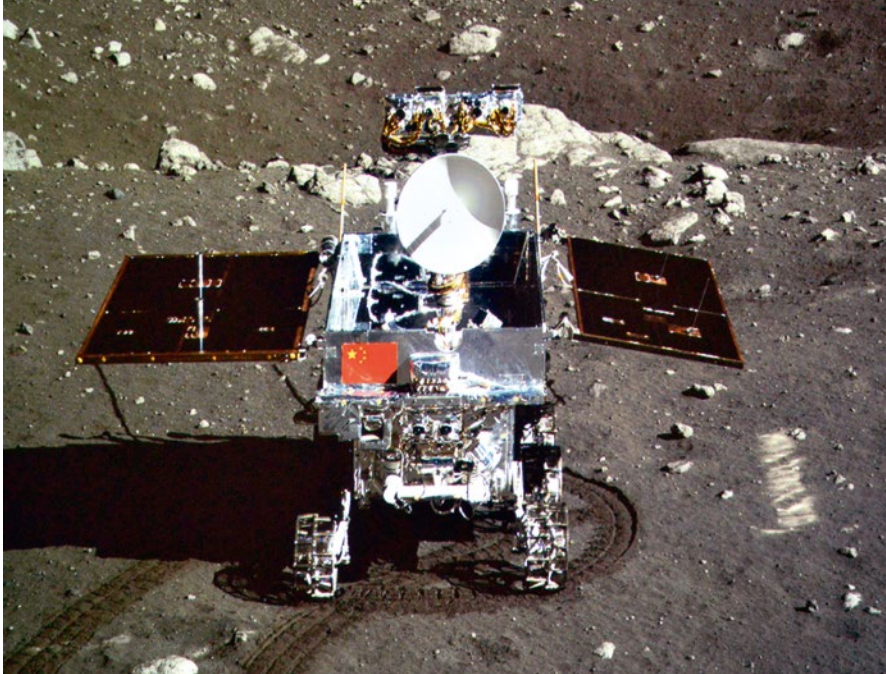
Es dauerte fast ein Vierteljahrhundert, bis die USA nach Apollo 17 mit der Kleinsonde Clementine wieder ein Raumfahrzeug zum Mond entsandte. Und die wurde noch nicht einmal speziell zur Erforschung des Erdbegleiters gebaut, sondern diente eher als militärischer Technologieträger.

Aufgang der Erde

Die japanische Raumsonde SELENE (später Kaguya) war mit HD-Kameras ausgestattet und konnte so dieses atemberaubende Panorama der aufgehenden Erde über dem Mond einfangen.



JAXA / NHK



Der Rover Yutu

Dieses Foto des Rovers Yutu wurde von der chinesischen Landesonde Chang'e-3 gemacht, während Yutu seinerseits den Lander fotografierte. Yutu bedeutet »Jadehase«. In der chinesischen Mythologie ist er der Begleiter der Mondgöttin Chang'e. Der Name war in einer Online-Umfrage ausgewählt worden.

hatte 2003 mit SMART-1 (Small Mission for Advanced Research in Technology) den Reigen eröffnet. Allerdings ging es dabei eher um die Erprobung eines Ionenantriebs, als um eine detaillierte Erforschung des Erdtrabanten. Und das war es dann für Europa auch schon mit dem Mond. Denn von unzähligen Studien einmal abgesehen, ist die ESA nie wieder ernsthaft mit eigenständigen Mond-Programmen angetreten.

2007 war das Jahr, an dem die Chinesen mit Chang'e-1 erstmals den Erdbegleiter ins Visier nahmen. Nur wenige Wochen zuvor hatte Japan SELENE (Selenological and Engineering Explorer) in den Mondorbit geschickt, welcher wunderbar ästhetische Bilder zur Erde lieferte und damit auch die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit für den Erdtrabanten wiedergewann (siehe Bild S. 45). Indien startete im Oktober 2008 seinen Mondorbiter Chandrayaan. Es war seinerzeit die erste Mission dieses Landes, die über den Erdbit hinausging. 2010 legte China mit dem Mondorbiter Chang'e-2 nach. Die Amerikaner entsand-

ten 2011 die beiden GRAIL-Forschungs-sonden (Gravity Recovery And Interior Laboratory) zur Erforschung des lunaren Schwerefeldes und 2013 LADEE (Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer), der die hauchfeine Atmosphäre des Mondes und die Staubverteilung darin unter die Lupe nahm. Bis dahin war das alles Wissenschaft vom Feinsten, aber nicht viel mehr.

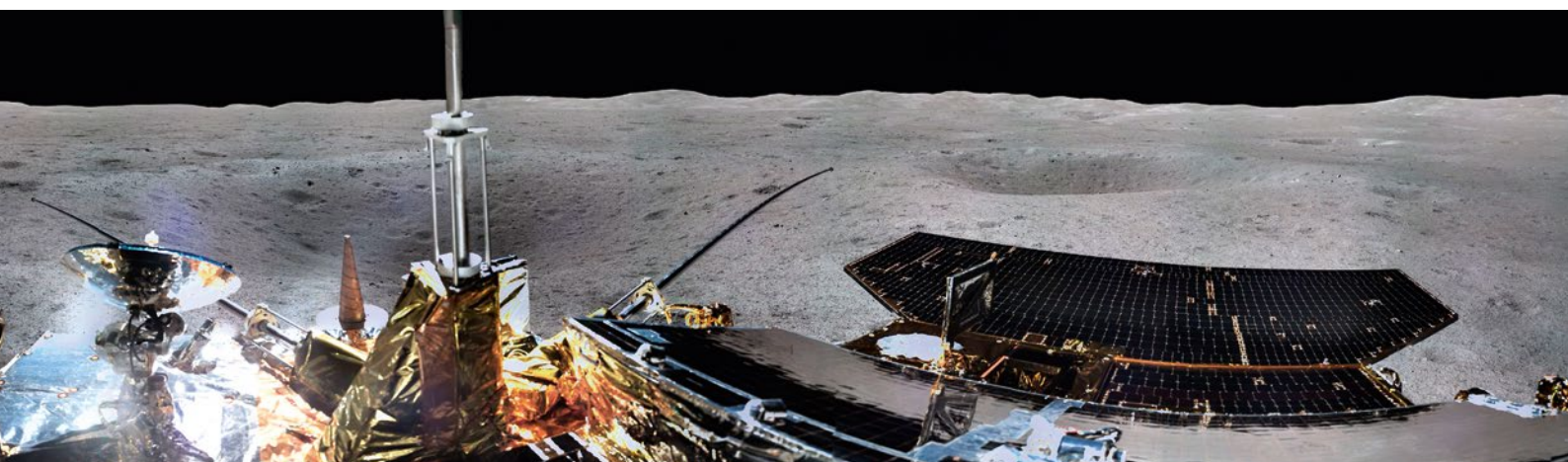
Doch 2013 kam erstmals Unruhe auf, denn die Chinesen wurden zum dritten Mal aktiv. 37 Jahre und vier Monate nach Luna 24, der bis dahin letzten (unbemannten) Landung auf dem Erdtrabanten, glückte das am 14. Dezember 2013 auch den Chinesen. Und nicht nur das; Chang'e-3 führte auch einen Rover mit sich. Seinen Namen Yutu – der »Jadehase«, der in der chinesischen Mythologie der Begleiter der Mondgöttin Chang'e ist – hatte er in einer Online-Umfrage erhalten (siehe Bild oben).

Langsam begann sich der Verdacht der misstrauischen Amerikaner zu verdichten. Galt es hier »claims« abzustecken?

Ging es vielleicht um Hegemonialansprüche? Sollte man da nicht besser mit dabei sein, wenn man nichts versäumen wollte?

Das neue Interesse am Mond

Doch nicht nur strategische Überlegungen beförderten das neue Interesse am Erdbegleiter. Einen enormen Anschlag brachte der Google Lunar XPRIZE. Bei diesem Wettbewerb ging es darum, mit privat konstruierten und gebauten Raumfahrzeugen ohne wesentliche institutionelle Beteiligungen auf dem Mond zu landen. Der Google Lunar XPRIZE endete zwar im März 2018, ohne das unmittelbare Ziel einer unbemannten Landung auf dem Mond erreicht zu haben; doch während er ausgeschrieben war, gelang es einer ganzen Reihe von Unternehmen, sich eine technologische und finanzielle Basis für weitere Schritte aufzubauen. Zudem erwies sich der Wettbewerb als enorm öffentlichkeitswirksam, und diente so als zusätzlicher Katalysator für das Interesse am Mond. Er pflanzte die Vorstellung



Getty Images / AFP / China National Space Administration

der Machbarkeit einer Mondlandung mit vergleichsweise moderaten Mitteln in die Köpfe der Menschen.

Dass es auf dem Mond wertvolle Ressourcen gibt, war zwar schon seit der Apollo-Ära bekannt, aber in Verbindung mit dem Basiselement Wasser bekam diese Erkenntnis eine ganz neue Dimension. Damit eröffnete sich die Möglichkeit, diesen für eine Vielzahl von Zwecken lebenswichtigen Stoff künftig nicht mehr unter aberwitzigem Aufwand von der Erde mitnehmen zu müssen, sondern direkt vor Ort gewinnen zu können.

Verglichen mit den Apollo-Tagen stehen inzwischen auch völlig neue Technologien zur Verfügung. Angefangen von den enormen Fortschritten im Bereich der Daten- und Informationsverarbeitung, über die Robotik, bis hin zu praktischen Hilfsmitteln wie etwa 3-D-Druckern, mit denen es ein Leichtes sein sollte, innerhalb kurzer Zeit strahlungssichere Habitate herzustellen. Einfach, indem man aus dem überall herumliegenden Regolith der Mondoberfläche Ziegel herstellt.

Weiterhin bietet sich der Mond als Testgelände für neue Technologien und Forschungsmöglichkeiten an. Selbst die Radioastronomen schielen schon lange auf den Mond. Seine Rückseite ist geradezu ideal, um dort Radioantennen zu installieren, weil dort der gesamte Mondkörper jegliche störende elektromagnetische Strahlung der Erde abschirmt.

In den letzten Jahren wächst das Verständnis, dass der Mond und seine Umgebung das nächste gemeinsame Ziel der Raumfahrtationen sein könnte. Das wäre quasi das Nachfolgeprojekt zur Internationalen Raumstation. In ganz ähnlicher Weise stellt das eine große, technologisch herausfordernde und wissenschaftlich hochinteressante Aufgabe dar, die es ge-

meinsam zu meistern gilt. Wie bei der ISS kann ein solches Vorhaben die internationalen Beziehungen verbessern oder sogar kitten. Somit herrscht wieder eine erhebliche und zunehmende Betriebsamkeit um und auf dem Mond.

2009 – 2018: Der Anfang der Rückkehr

Seit nunmehr zehn Jahren fotografiert der Lunar Reconnaissance Orbiter unermüdlich die Mondoberfläche. Mit seinem ungemein leistungsfähigen Kamerasystem ist er in der Lage, aktuelle Oberflächenmissionen zu unterstützen, Geschichtsfor-

schung zu betreiben – indem er die ehemaligen Apollo- und Luna-Landegebiete genau untersucht oder Einschlagstellen von Raketenstufen oder Sonden aufspürt – und aktuell interessante Gebiete und Formationen unter die Lupe zu nehmen. Für die Wissenschaft von großer Wichtigkeit ist seine Langlebigkeit. So geben zum Beispiel Aufnahmen von Gebieten, die nach Jahren erneut fotografiert werden, Hinweise auf die Einschlaghäufigkeit von Meteoriten auf der Mondoberfläche. Ein solch sehenswertes Ereignis wurde bei der Mondfinsternis im Januar 2019 von zahlreichen Hobbyastronomen verfolgt (siehe SuW 3/2019, S. 16).

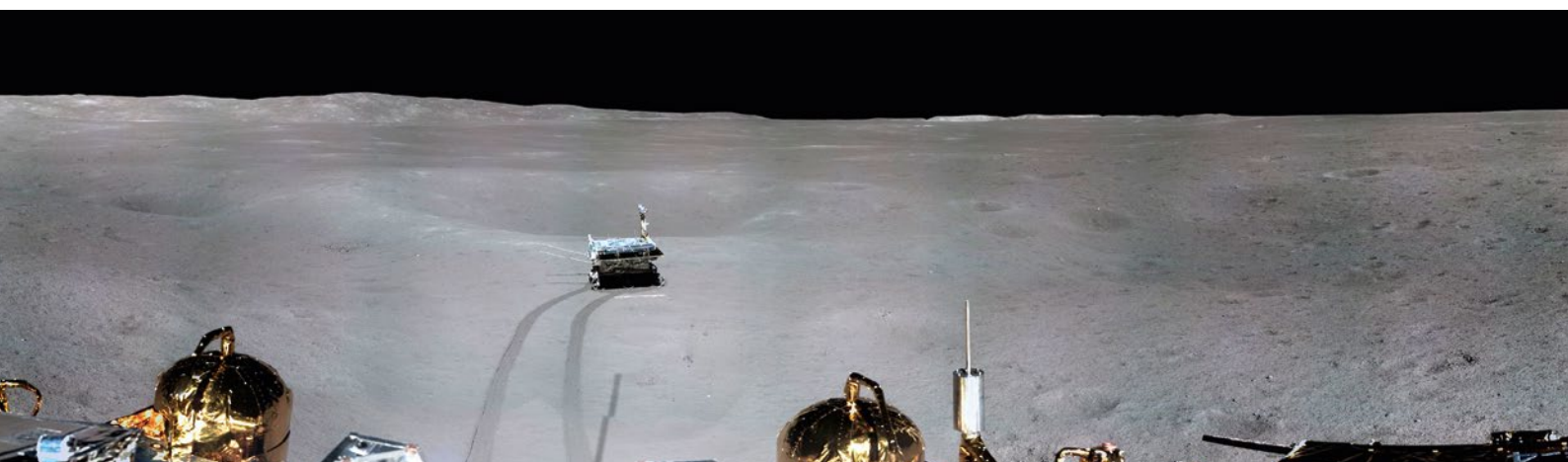
Nur ein Jahr nach der Landung von Chang'e-3 starteten die Chinesen am 23. Oktober 2014 Chang'e-5-T1. Ihre Aufgabe war es, die Technologie für das Transfer- und Erdlandeselement einer Probenrückführmission zu erproben. Chang'e-5-T1 umflog den Mond auf einer weiten zirkumlunaren Bahn, ohne zunächst in eine Umlaufbahn einzutreten. Im Grunde handelt es sich dabei um einen extrem exzentrischen Erdborbit, auf der sie sich 13000 Kilometer hinter dem Mond herumschwang. Auf dem absteigenden

Ast der Bahnparabel gab das Vehikel eine 335 Kilogramm schwere Erdlandekapsel mit der Bezeichnung Xiaofei frei, ein maßstabsgetreu verkleinertes Modell einer bemannten Shenzhou-Rückkehrkabine. Diese Landekapsel ging am 31. Oktober 2014 in der Inneren Mongolei nieder. Das Mutterfahrzeug Chang'e-5-T1 begab sich danach zum zweiten Lagrange-Punkt L2 des Erde-Mond-Systems und trat von dort aus am 13. Januar 2014 in einen Mondorbit mit einem mondnächsten Punkt (Periselenum) von 200 Kilometern, einem mondfernsten Punkt (Aposelenum) von 8000 Kilometern und einer Umlaufperiode von acht Stunden ein. Chang'e-5-T1 ist, wie Chang'e-3, weiterhin voll funktionsfähig.

Chang'e-4 mit dem Rover Yutu-2 folgte im Dezember 2018 (siehe SuW 3/2019, S. 12 und Bild unten). Erstmals in der Geschichte der Raumfahrt gelang dieser Sonde eine Landung auf der erdabgewandten Seite des Erdtrabanten im 180 Kilometer durchmessenden von-Karman-Krater. Von der Rückseite des Mondes ist eine direkte Datenübermittlung zur Erde und ein Funkverkehr mit Chang'e-4 natürlich unmöglich. Um das zu bewerkstelligen, hatten die Chinesen am 21. Mai 2018 die Relais-Sonde Queqiao gestartet. Sie wurde auf einen Halo-Orbit um den Lagrange-Punkt L2 des Erde-Mond-Systems geschickt, und hat von dort aus sowohl die Landesonde als auch die Erde gleichzeitig in Sicht. Zusammen mit ihr gingen auch die beiden jeweils

Chang'e-4 und Yutu-2

Dieses Panorama zeigt den Rover Yutu-2 und Teile der Raumsonde Chang'e-4. Schon acht Stunden nach der Mondlandung dreht der kleine Rover die ersten Runden auf der erdabgewandten Seite unseres Trabanten.



Getty Images / AFP / China National Space Administration

Starker Träger benötigt

Das ist, trotz gewisser äußerer Ähnlichkeit, nicht etwa die europäische Ariane 5, sondern Indiens stärkste Trägerrakete, die **GSLV Mark IIID2**. Sie wird benötigt, um im Sommer 2019 die Sonde **Chandrayaan-2** auf den Weg zum Mond zu bringen.

wurde das Gerät aber immer komplexer und schwerer. So muss nun Indiens Raumfahrtagentur anstelle der ursprünglich geplanten Mark II-Variante des Geostationary Launch Vehicles (GSLV) nun die deutlich leistungsstärkere Mark III-Version dieses Trägers als Transportmedium verwenden (siehe Bild links). Das Mehrgewicht fiel vor allem beim Vikram-Lander an, der nach Vikram Sarabhai benannt ist, dem Vater der indischen Raumfahrt. Das machte umfangreiche Modifikationen erforderlich. So müssen jetzt beispielsweise fünf, statt bislang vier Landetriebwerke eingebaut werden. Außerdem sind zwei zusätzliche Treibstofftanks und ein größerer Helium-Drucktank nötig.

Zudem will sich noch ein privates indisches Team in diesem Jahr zum Mond begeben. Wie das israelische SpaceIL entstand auch Team Indus in der Folge des Google Lunar XPRIZE. Ihr HHK1-Lander mit dem ECA-Rover ist im Prinzip fertig entwickelt. Allerdings hat sich das Team mit der Bereitstellung der Trägerrakete verspekuliert, von der man wohl annahm, dass sich dafür schon ein Sponsor finden würde. Doch nach wie vor ist die Frage der Finanzierung des Trägers ungeklärt. Vielleicht hilft hier die Namensgebung für den Rover und Lander ein wenig. HHK steht nämlich für den Sanskrit-Ausdruck Hum Honge Kamyaaab, was man mit »Wir werden es schaffen«. übersetzen könnte und ECA steht für Ek Choti si Asha, und das bedeutet »eine kleine Hoffnung«.

2020 – 2023: Was sind die Pläne?

Die Missionen, die in den nächsten vier Jahren starten werden, befinden sich bereits in der mehr oder weniger fortgeschrittenen Hardware-Phase. Aktuell ist klar erkennbar, dass in dieser Zeit bei den Landemissionen die Chinesen weiterhin den Ton angeben werden. Schon in wenigen Monaten – Experten rechnen derzeit im Dezember 2019 oder Januar 2020 damit – soll Chang'e-5 in der Gegend des Mons Rümker, im Ozean der Stürme, auf

Indian Space Research Organisation



45 Kilogramm schweren Kleinraumsonden Longjiang-1 und Longjiang-2 auf die Reise. Beide befinden sich seither in einer Mondumlaufbahn. Longjiang-1 fiel allerdings schon bald nach dem Start aus.

Als erstes der vielen privaten Projekte, die aus dem Lunar Google XPRIZE Wettbewerb hervorgegangen sind, machte sich am 22. Februar 2019 die israelische Raumsonde Beresheet des Unternehmens SpaceIL auf den Weg. Das Vehikel wurde dabei nicht direkt auf eine Mondtransferbahn geschickt, sondern als Sekundärnutzlast – Hauptnutzlast des Fluges war der malaysische Kommunikationssatellit Nusatara Satu – einer Falcon-9-Rakete von SpaceX auf einem hoch elliptischen Erdorbit abgesetzt. Von dort schraubte sie sich in mehreren, um Wochen getrennten, Bahnmanövern bis auf die Höhe der Mondbahn und trat am 4. April 2019 in eine Mondumlaufbahn ein. Am 11. April sollte das beim Start 585 Kilogramm

schwere Raumfahrzeug auf die Oberfläche landen, doch leider zerschellte die Sonde im Mare Serenitatis (siehe SuW 6/19, S. 15). Nach einer Anomalie im Steuerungssystem hatte die Missionskontrolle mit einem falschen Kommando reagiert, in dessen Folge das Haupttriebwerk abgestellt wurde und nicht mehr reaktiviert werden konnte.

Für den Sommer 2019 hat sich die indische Raumfahrtagentur ISRO mit Chandrayaan-2 deutlich höhere Ziele gesetzt als die Israelis. Ihr Raumfahrzeug ist ein komplexes Vehikel, und mit knapp vier Tonnen Startgewicht schon fast in der Klasse von Chang'e-4. Anders als dieser – der nur aus Lander und Rover besteht – ist die indische Raumsonden-Kombination aus einem Orbiter, einem Lander und einem Rover zusammengesetzt. Eigentlich hätte dieses Trio schon im April 2018 starten sollen, aber es gab immer wieder Verschiebungen. In der Endphase der Entwicklung

SLIM-Lander

Auch die Japaner haben eine Landesonde am Start: SLIM, hier in künstlerischer Darstellung, soll 2021 starten und die Technologie für präzise Landungen demonstrieren. Vorgesehen ist es, den Zielpunkt mit weniger als 100 Meter Abweichung zu treffen.

der Mondvorderseite landen, und zwei Kilogramm Gesteinsproben zur Erde zurückbringen. Und zwar nicht irgendwelches schnell zusammengescharrtes Oberflächenmaterial, sondern eine Kernprobe, die ein Bohrer aus zwei Metern Tiefe zieht. Die Mission beginnt mit einer Verspätung von einem Jahr, weil es Probleme mit der neu entwickelten Langer-Marsch-5-Trägerrakete gab. Das Raumfahrzeug selbst ist schon seit einer ganzen Weile fertig, getestet und startbereit.

Im Bau befindet sich auch Chang'e-6, eine weitere Probenrückführmission, deren Start noch nicht fest geplant ist, aber nach derzeitiger Sicht 2023 auf der Mondrückseite landen könnte. An dieser Sonde beteiligt sich übrigens auch die französische Raumfahrtbehörde CNES mit mehreren Instrumenten. Möglicherweise wird Chang'e-7 noch vor Chang'e-6 starten. Ihre Aufgabe wird die Suche nach Ressourcen am Südpol des Mondes sein, dem Aitken-Becken. Dafür wird sie mit einem Rover der zweiten Generation ausgerüstet.

Werfen wir bei der Gelegenheit auch einen Blick nach Russland. Seit vielen Jahren gibt es dort eine lange Liste viel zu ambitionierter Mondpläne. Sie zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass die jeweils erste Mission dieser Aufstellung zu jedem beliebigen Zeitpunkt mindestens zwei Jahre in der Zukunft liegt. Das ist selbst beim relativ sicheren Projekt der Raumsonde Luna 25, auch Luna-Glob genannt, so. Das Vorhaben befindet sich inzwischen seit über 20 Jahren in der Pipeline der Planer.

Vorgesehen ist eine Landung im Krater Boguslawski, in der Nähe des lunaren Südpols. Nachdem für dieses Projekt tatsächlich bereits Hardware im Bau, und



Picture Alliance / AP Photo / JAXA

die Finanzierung offensichtlich gesichert ist, kann man auch ausnahmsweise wirklich irgendwann mit einem Start rechnen. Recht viel weiter als bis Luna 25 brauchen wir mit Russland aber vorläufig nicht zu rechnen, obwohl fast im Wochenrhythmus neue, teilweise immens anspruchsvolle Pläne bekannt gegeben werden.

Den kombinierten Datenrelais- und Ressourcen-Orbiter Luna 26 wird es nur geben, wenn auch Luna 27 realisiert wird. Luna 27 soll auf der Mondrückseite landen, was bedeutet, dass man einen Kommunikationssatelliten benötigt, der gleichzeitig die Erde und das Landefahrzeug im Blickfeld hat. Luna 26 wäre somit das Pendant zur chinesischen Relaissonde Queqiao. Das Startdatum könnte irgendwann nach 2024 sein, und es besteht eine kleine Realisierungswahrscheinlichkeit, weil sich auch die ESA an diesem Vorhaben beteiligen will.

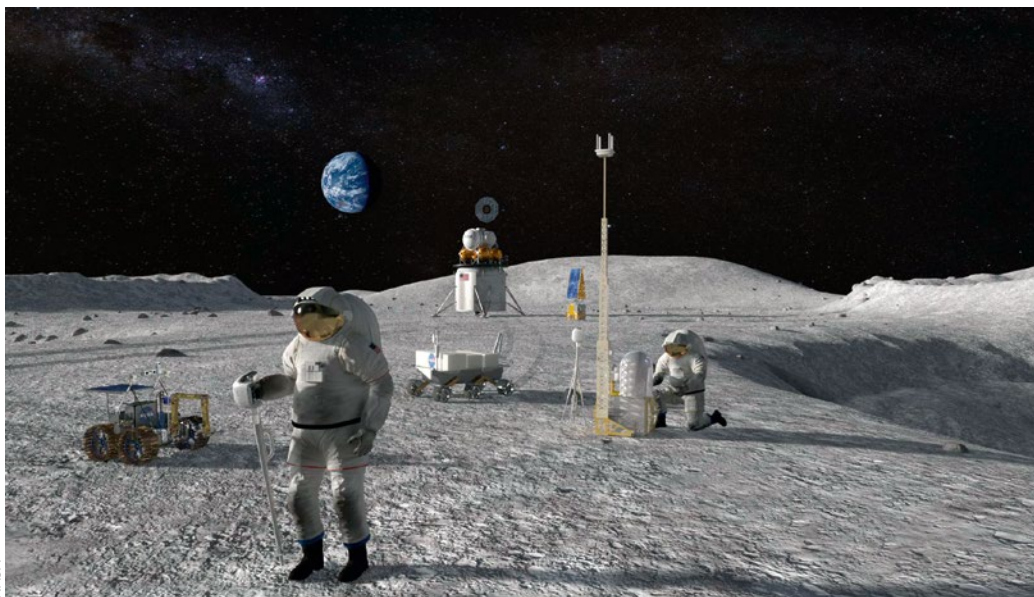
Noch weiter in der Zukunft, und aus derzeitiger Sicht noch unwahrscheinli-

cher, ist die Durchführung der Mission von Luna 28. Derzeit für »nach 2025« angesetzt, wäre es eine anspruchsvolle Probenrückführmission mit einem Rover, der im Umfeld des Landers Proben einsammelt, in eine Aufstiegsstufe verlädt, die danach in den Mondorbit aufsteigt und an einem Orbiter ankoppelt. Der fliegt dann mit den Bodenproben zur Erde.

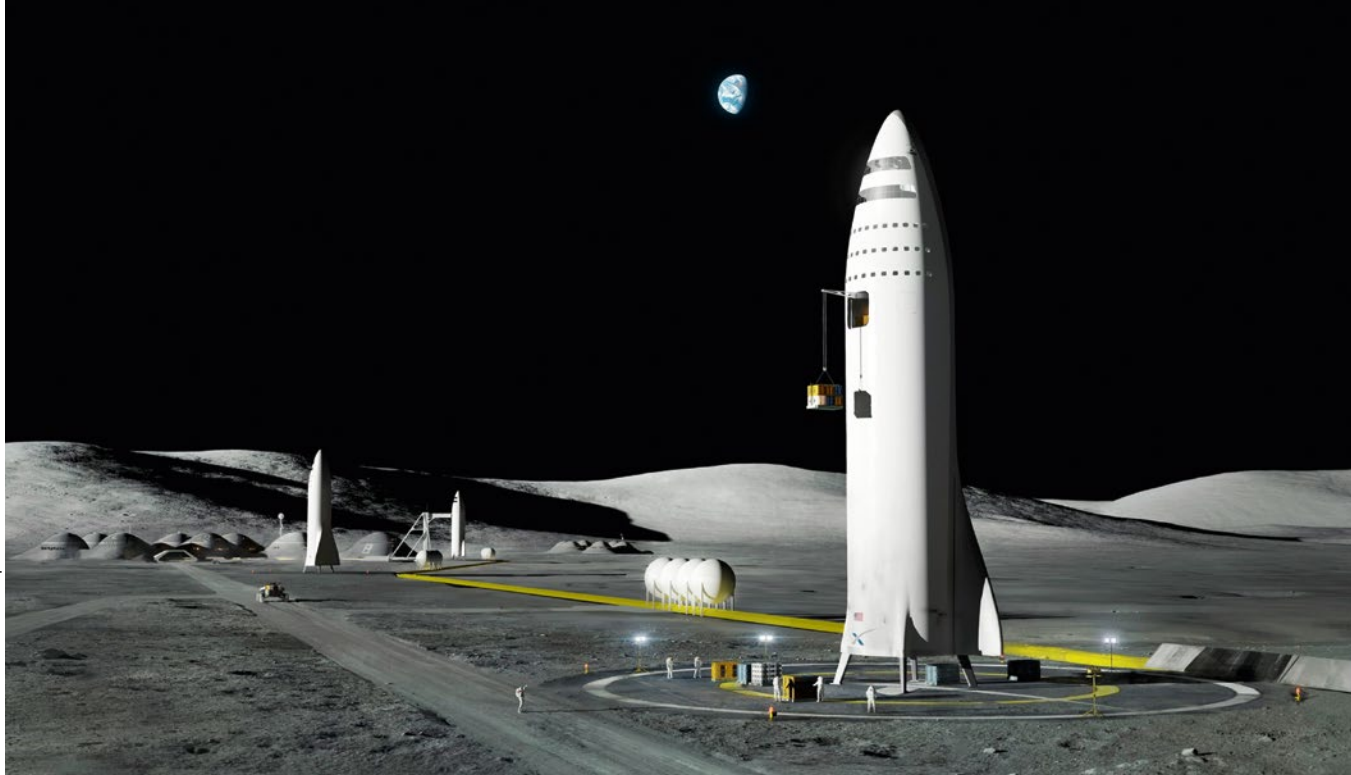
Fakt ist leider: Das Land hat längst die astronautischen Fähigkeiten verloren, über die es Mitte der 1970er Jahre verfügte. Know-how ist ein sehr verderbliches Gut. Es löst sich in Nichts auf, wenn es nicht permanent gepflegt wird. Im Falle Russlands ist dieses Wissen definitiv seit Jahrzehnten verschwunden. Es muss von Anfang an neu erarbeitet werden, und nicht zuletzt deshalb wird selbst die relativ schlichte Mission von Luna 25 als »experimentell« bezeichnet. Alle weiteren vollmundigen Versprechen für eine luna-re Orbitalstation und eine Oberflächenbasis für das Jahr 2035 können wir getrost

Eine NASA-Vision

So könnte die erste bemannte Landung nach 1972 aussehen: Zwei US-Astronauten, eine Frau und ein Mann – so will es die US-Regierung –, sollen im Jahre 2024 den Mondsüdpol erkunden.



NASA



SpaceX-Vision

Werden sogar spektakuläre Visionen wie diese von SpaceX in einigen Jahrzehnten Realität sein? Hier gibt es bereits Habitate auf dem Mond und eine Raketenbasis für Flüge in den interplanetaren Raum.

vergessen. Selbst Basiselemente solcher Pläne, wie die Entwicklung einer neuen Schwerlast-Trägerrakete und des neuen »Föderatsija«-Raumschiffs, das eigentlich schon seit Jahren einsatzbereit sein sollte, sind dem Sankt-Nimmerleins-Tag näher als irgendeinem realen Datum.

Auf der sicheren Seite ist man dagegen, wenn man sich auf den asiatischen Raum konzentriert. Südkorea macht kein großes Aufheben darum, aber das wirtschaftlich und technologisch aufstrebende asiatische Land plant derzeit gleich zwei Mondmissionen, von denen sich die erste bereits in einem fortgeschrittenen Stadium befindet. Die eine ist der Korea Pathfinder Lunar Orbiter (KPLO), der im Dezember 2020 in einen Mondorbit geschickt werden soll, die andere, der Korean Lunar Lander (KLL), soll bald darauf folgen. Der KPLO entsteht mit der Unterstützung der NASA und einiger europäischer Firmen wie der ArianeGroup und befindet sich derzeit im Bau. Der Start wird mit einer Falcon-9-Rakete von SpaceX erfolgen. Der KLL entspricht in seiner Komplexität in etwa dem indischen Vorhaben Chandrayaan-2. Wie dieser besteht er aus einem Orbiter, einer Landestufe und einem kleinen Rover, der

die 14 irdische Tage lange Sonnenphase eines Mondtages überstehen soll.

Japan will im neuen Rennen um den Mond nicht hintanstehen und beteiligt sich mit einer technologisch recht fortschrittlichen Landesonde, die im Jahr 2021 zum Erdtrabanten fliegen soll: der Small Lander for Investigating Moon (SLIM, siehe Bild S.49). Zunächst war geplant, ihn 2020 mit einer kleinen Trägerrakete des Typs »Epsilon« zu starten. SLIM hätte, bei einem Gesamtgewicht von 546 Kilogramm, eine Nutzlast von maximal 127 Kilogramm auf die Mondoberfläche bringen können. Aber wie es in der Raumfahrt häufig so ist: Der Starttermin verschob sich und das Gewicht des Landers stieg auf inzwischen 590 Kilogramm. Nun wird die wesentlich stärkere H-2A-Trägerrakete benötigt, um ihn zum Mond zu befördern. Auch das Aufgabenspektrum der Sonde hat sich inzwischen erweitert. Sie soll nun vor allem auch ein Technologiedemonstrator für präzise Landungen werden. Vorgesehen ist es, den Landepunkt mit weniger als 100 Meter Abweichung zu treffen. Das dafür angepeilte Gebiet liegt in den Marius-Bergen, im Ozean der Stürme.

Daneben plant Japan noch zwei Kleinsatelliten, die entweder am Mond vorbeifliegen oder ziemlich hart auf ihm landen sollen. Der eine ist der sechs Basiseinheiten große und 14 Kilogramm schwere Cubesat EQUULEUS (Equilibrium Lunar Earth point 6U Spacecraft), der das Strahlungsfeld im cislunaren Raum messen soll. Er wird zusammen mit der ebenfalls

sechs Einheiten großen Cubesat-Sonde OMONTENASHI bei der amerikanischen Orion EM-1 Mission zum Mond mitfliegen. Bei ihm steht die nicht weniger abstruse Abkürzung für Outstanding Moon exploration Technologies demonstrated by Nano Semi Hard-Impactor. OMONTENASHI ist die kleinste Mondlandesonde der Raumfahrtgeschichte. Sie soll ein kostengünstiges Landeverfahren demonstrieren und mit einer vergleichsweise hohen Geschwindigkeit von etwa 100 Kilometern pro Stunde ziemlich hart, aber dennoch unbeschadet, auf dem Mond landen.

NASA nutzt private Unternehmen

Die NASA wurde durch die neue Liebe der US-Regierung zum Mond etwas überrascht und legt sich derzeit noch die Karten für die Detailpläne. Der grobe Rahmen für das NASA Lunar Exploration Program steht aber bereits. Der erste Schritt basiert auf der Erkenntnis, dass sich bereits eine ganze Zahl privater Unternehmen für den Mond interessiert und schon erste Fluggeräte am Start hat. Um diese Sofortkapazitäten zu nutzen, hat die NASA das Commercial Lunar Payload Services Program (CLPS) ins Leben gerufen, ein weit gespannter Programmrahmen mit einem Umfang von 316 Millionen US-Dollar, unter dem Einzelverträge vergeben werden können.

Davon profitiert beispielsweise Moon Express. Die in Cape Canaveral beheimatete Firma entwickelt skalierbare, modulare Plattformen, mit den Bezeichnungen MX-1 bis MX-9, die zwischen 30 und 500 Kilogramm Nutzlast auf die Mond-

oberfläche bringen können. Der Jungfernflug des MX-1-Vehikels geht aber nicht gleich auf die Oberfläche, sondern in den Mondorbit. Das macht Sinn, denn um die bei Moon Express immer etwas knappe Finanzdecke aufzupolstern, will man der NASA das Konzept auch als Plattform für Missionen zu Asteroiden und den Marsmonden empfehlen. Da ist eine Flugdemonstration keine schlechte Idee. Erst bei der zweiten Mission ist dann eine Landung geplant.

Das zweite private US-Unternehmen, das sich zum Mond aufmacht, ist Astrobot, deren Peregrine-Lander ab 2020 jährlich etwa einmal den Mond ansteuern soll. Bei der in Pittsburg angesiedelten Firma ist auch Airbus Defence und Space in Bremen mit vertreten. Denn diese Firmen bauen die Landebeine und stellen technische Unterstützung bereit. Selbst die Deutsche Post in der Form von DHL ist an dem Vorhaben beteiligt.

Der erste Peregrine ist auf eine Nutzlast von nur 30 Kilogramm beschränkt, und die ist bereits verkauft. Bei späteren Flügen sollen insgesamt drei Rover abgesetzt werden. Die Standard-Nutzlastkapazität dieser Nachfolgemissionen beträgt 265 Kilogramm, und mit dieser Kapazität will sich Astrobot auch am CLPS-Programm der NASA beteiligen.

Und man mag es kaum glauben, aber auch ein deutsches Unternehmen mischt bei der Renaissance im Weltraum mit. Dabei handelt es sich um das Berliner Startup PTScientists. Wenn bei ihnen alles wie geplant läuft, dann haben auch sie gute Chancen, noch vor dem Ablauf des Jahres 2023 mit ihrem Alina-Lander und den beiden vom deutschen Autohersteller Audi finanzierten und technisch unterstützten Rovern mit der Bezeichnung Audi Lunar Quattro den Mond zu erreichen. Die Erste von hoffentlich vielen Landemissionen soll in die Nähe der Landestelle von Apollo 17 führen.

Lunar Gateway

Vision vor Bekanntgabe der Artemis-Pläne (von links): Orion-Raumschiff mit europäischem Antriebs- und Servicemodul; Mehrzweckmodul, Habitat und Versorgungsmodul jeweils von der NASA; das Internationale Habitat; das ESPRIT-Modul der ESA und das Energieversorgungs- und Antriebselement der NASA.

Parallel zum CLPS-Programm wird die NASA eigene Kapazitäten entwickeln lassen. Dies wird im Rahmen des NASA Lunar Exploration Program geschehen. Dafür läuft derzeit eine Ausschreibung mit dem Titel »Lunar Surface Transport Capability«.

Die US-Raumfahrtbehörde plant in diesem Rahmen zwei Demonstrationsflüge mit so genannten Flex-Landern, die in einigen wenigen evolutionären Schritten hin zu einem bemannbaren Landesystem führen. Die Abkürzung Flex steht für »Flexible Lunar Explorer«. Der erste Flug soll Ende 2022 erfolgen, der zweite 2024. Der erste Flex-Lander soll eine »mittlere« Größe aufweisen. Das bedeutet bei der NASA, dass er in der Lage sein muss, eine Nutzlast von 500 bis 1000 Kilogramm auf der Mondoberfläche zu landen. Die Erkenntnisse aus dieser Mission sollen in den Lander einfließen, der 2024 starten soll. Das Ganze soll auf dem Mond getestet werden, und schließlich – so der bis zum März dieses Jahres gültige Plan – in der zweiten Hälfte der 2020er Jahre in einem »bemannbaren« Advanced Exploration Lander münden, der eine Nutzlast von bis zu 5000 Kilogramm auf die Oberfläche des Mondes transportieren kann.

Nicht Bestandteil der NASA-Planung waren bis vor kurzem die Systeme, welche die beiden privaten Raumfahrtgiganten Blue Origin und SpaceX entwickeln. Das ist zum einen der Blue Moon Lander und zum anderen das gewaltige BFR-System (siehe Bild S. 42). BFR steht übrigens bei den zahllosen SpaceX-Fans für »Big Fu-

cking Rocket«. Offiziell meint SpaceX aber mit BFR die Big Falcon Rocket. Diese beiden Systeme können die gegenwärtigen Planungen für die Zeit nach 2024 noch gehörig umkrempeln.

Ab 2024 bemannt zum Mond?

Die detaillierten chinesischen Pläne laufen derzeit bis Chang'e-8, die im Jahre 2027 mit einem Rover und einem kleinen raketengetriebenen Free-flyer auf Ressourcenerkundung gehen soll. Damit wird bei den Chinesen auch schon die Vorstufe für die nächste Phase eingeläutet: die bemannte Erkundung des Erdtrabanten.

Um das bewerkstelligen zu können, hat vor einiger Zeit die Entwicklung der Langer Marsch 9 begonnen, einer Superträgerrakete mit einem Startgewicht von 3000 Tonnen. Über 70 Prozent ihrer Hardware und der Komponenten sind bereits in Entwicklung. Insbesondere im Triebwerksbereich und beim Schweißen von Großstrukturen laufen die Versuche und der Prototypenbau. Ende März 2019 wurde beispielsweise der Gasgenerator der neuen, jeweils 5000 Kilonewton Schub leistenden Haupttriebwerke dieses Trägers erfolgreich getestet. In etwa zehn Jahren soll Chinas Mondrakete einsatzbereit sein. Dann wird sie in der Größen- und Leistungsklasse der Saturn V des Apollo-Programms liegen. Sie kann mindestens 140 Tonnen Nutzlast in eine niedrige Erdumlaufbahn bringen, 50 Tonnen auf eine Mond-Transferbahn oder 44 Tonnen zum Mars. Erste bemannte chinesische Mondflüge werden gemäß aPlanung um das



Projekt Artemis

Am 13. Mai gab NASA-Administrator Jim Bridenstine dem bis dahin nur als »Pence-Initiative« bezeichneten Plan des US-Vizepräsidenten Mike Pence, noch vor Ablauf des Jahres 2024 wieder US-Astronauten auf dem Mond zu landen, den offiziellen Namen Artemis. Er hätte keine bessere Bezeichnung finden können. In der griechischen Mythologie ist Artemis die Zwillingsschwester von Apollo. Gleichzeitig ist sie die Göttin der Jagd, und als solche stets mit ihrem Jagdgefährten Orion unterwegs.

Um bereits 2024, und nicht wie ursprünglich geplant irgendwann nach 2028 auf dem Mond zu landen, beabsichtigt die NASA, ihre bisherigen Pläne für den Lunaren Gateway zu stützen. Er wird jetzt nur noch die Elemente enthalten, die zur Unterstützung des Artemis-Plans notwendig sind. Das »reduzierte« Gateway würde dann nur noch aus dem so genannten »Power and Propulsion Element« (kurz: PPE) bestehen, einem Mini-Habitat mit der Bezeichnung »Utilization module« und einem Mehrfach-Dockingadapter, der neben dem bemannten Orion-Raumschiff auch den unbemannt zum Gateway entsendeten Lander aufnimmt.

Der erste Mondaufenthalt – er soll in der Nähe des Südpols des Erdtrabanten führen – wird eine Dauer von drei bis vier Tagen kaum überschreiten. Er wäre damit nur unwesentlich länger als die Oberflächenaufenthalte der Apollo-Missionen 15, 16 und 17. Auch dieses Mal sollen bei der ersten Artemis-Mission nur zwei Astronauten landen. Gewünscht sind dabei eine Frau und ein Mann, wobei die Frau als erste der beiden den Mond betreten soll. Danach soll im Schnitt jährlich eine weitere Mission mit jeweils einer Landung erfolgen, bis dann etwa ab 2028 – so wie im ur-

sprünglichen Plan vorgesehen – mit längeren Mondaufenthalten begonnen wird.

Für die Durchführung des Artemis-Programms, braucht die NASA noch in diesem Jahr 1,6 Milliarden Dollar mehr, als im NASA-Budget (von rund 21 Milliarden Dollar) vorgesehen war. Dieses Geld soll aus Überschüssen des so genannten »Pell Grant Program« entnommen werden, einem Fond zur Unterstützung von Studenten und Bildungsprogrammen. In diesem Topf hat sich in den letzten Jahren ein Überschuss von neun Milliarden Dollar angesammelt. Die geplante »Plünderung« dieses Fonds dürfte allerdings erheblichen Widerstand bei den Demokraten im Kongress hervorrufen.

Ein ambitioniertes und teures Unterfangen

Die 1,6 Milliarden sind allerdings nicht mehr als eine Anzahlung, denn in den kommenden Jahren wird die NASA jährlich jeweils sechs bis acht Milliarden Dollar mehr benötigen, als die mittelfristige Finanzplanung für die NASA bislang vorsieht.

Der Termin 2024 wurde nicht zufällig so gewählt. Er würde am Ende einer hypothetischen zweiten Amtszeit von Donald Trump stehen. NASA-Chef Bridenstine gibt zu, dass das einen erheblichen Vorteil hätte. Wenn Trump noch im Amt wäre, dann wäre auch die Gefahr, dass die Mondlande-Agenda gekippt wird (wie schon etliche Male zuvor bei wechselnden Präsidentschaften) nicht so groß.

Um die Mondlandung bis 2024 zu schaffen muss die NASA jetzt drei Dinge vorrangig in Angriff nehmen. Das ist zum einen

Jahr 2030 erwartet. Das erklärte Ziel Chinas ist die Einrichtung einer permanent besetzten Mondstation.

Das US-Orion/SLS-Programm der NASA ist seit vielen Jahren mit einer prächtigen Finanzierung ausgestattet. Was es allerdings bis vor wenigen Monaten nicht davon abhielt, sich von einer Programmverschiebung zur nächsten zu schleppen, unterbrochen von gelegentlichen, Jahre auseinanderliegenden Hardwaretests. Anfang März dieses Jahres kündigte Boeing, der Hauptauftragnehmer der Trägerrakete, mal wieder eine der schon zur Tradition gewordenen Verschiebungen des Erstflugs an: dieses Mal gleich um eineinhalb Jahre. Gleichzeitig verkündete der Konzern eine Kostenerhöhung um zwei Milliarden US-Dollar.

Dabei hatte das Programm in den letzten Jahren nach langer Sinnsuche endlich mit dem Lunar Gateway eine Bestimmung gefunden (siehe Bild S. 51). Dieses »Gateway«, eine kleine internationale Raumstation am Lagrange-Punkt L2 des Erde-Mond-Systems, sollte als Absprungpunkt für zukünftige Landemissionen und als

Vorbereitung für spätere bemannte Expeditionen zum Mars dienen. Von den ersten beiden Testflügen – als EM-1 und EM-2 bezeichnet – einmal abgesehen, sollten alle weiteren im kommenden Jahrzehnt geplanten bemannten Orion-Missionen dem Aufbau dieses Gateways gewidmet werden.

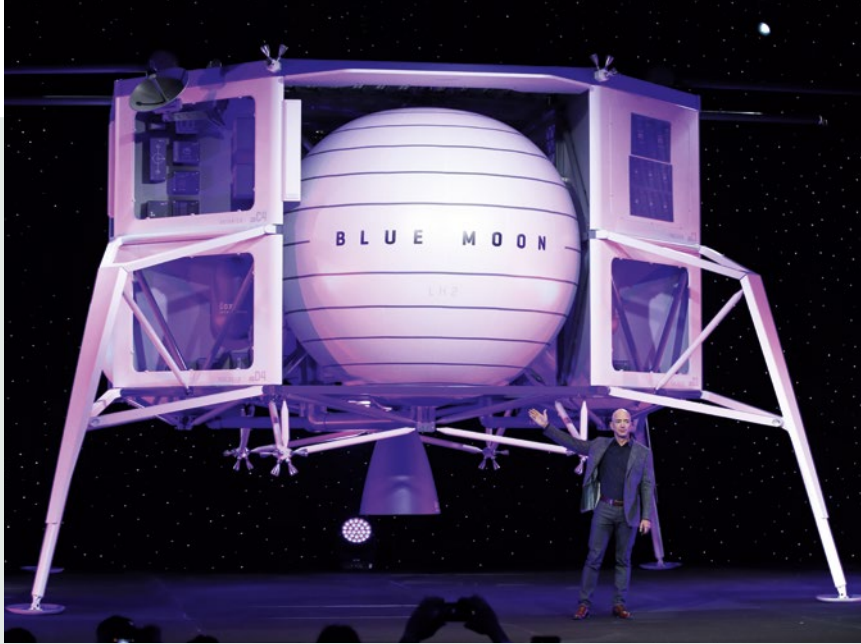
Die Testeinsätze für Trägerrakete und Orion-Raumschiff waren zuletzt für Juni 2020 und für irgendwann im Jahr 2022 geplant gewesen. Die unbemannte EM-1-Mission war auf drei Wochen ausgelegt und sollte sich vorwiegend im cislunaren Raum bewegen, davon sechs Tage auf einem hohen retrograden Mondorbit mit zwei nahen Vorbeiflügen an der Mondoberfläche. Beim Vorbeiflug am Mond sollten dabei insgesamt 13 japanische und US-amerikanische Nutzlasten abgesetzt werden. EM-2 sollte dann, zwei Jahre später, diese Mission wiederholen, dieses Mal aber mit einer vierköpfigen Crew an Bord.

Etwa um 2024 war geplant, das erste Bauteil des Gateways, das Power and Propulsion Element (PPE), mit einer unbemannten Rakete auf die vorgesehene Stationierungsposition des Gateways zu

bringen. Alle weiteren Elemente sollten in den Jahren danach mit den bemannten Orion-Missionen transportiert werden. Dies sind ein Crew-Habitat und eine Luftschleuse für Außenbordarbeiten, zwei weitere Crew-Module, von denen eines aus Europa kommt, ein Betankungssystem, das ebenfalls Europa zusammen mit einem Modul namens Infrastructure and Telecommunications Module (ESPRIT) bereitstellt, einem weiteren US-Segment, das als Utilization Module bezeichnet wird, und einem Roboter-Arm.

Die Mission EM-3 sollte als erste Mission am Power and Propulsion Element anlegen. Bei diesem Flug soll die Orion mit der angekoppelten ESPRIT-Einheit und dem Utilization-Modul zum Gateway fliegen, und diese dort andocken.

Bei den Missionen EM-4 bis EM-7 wären dann nach und nach alle weiteren Elemente zum Gateway gekommen. Bis um das Jahr 2030 – so der bisherige Plan – sollte dann die Kleinraumstation im cislunaren Raum fertig sein. Somit stünden den Astronauten etwa 125 Kubikmeter Lebensraum zur Verfügung, ein Achtel des



Jeff Bezos stellte am 9. Mai 2019 in Washington der Öffentlichkeit seine Mondlandesonde »Blue Moon« vor. Sie soll pro Einsatz bis zu 6,5 Tonnen Nutzlast auf die Mondoberfläche bringen.

die Entwicklung des Landers, die Entwicklung einer Aufstiegsstufe und die Entwicklung von Raumanzügen für den Mondaufenthalt. Die für die ISS verwendeten Raumanzüge, bei denen Gewicht, Masseverteilung, Beweglichkeit und Widerstand gegen korrosiven Mondstaub keine Rolle spielen, sind dafür ungeeignet.

Mit nur wenigen Tagen Unterschied zur Bekanntgabe der NASA-Pläne präsentierte Amazon-Chef Jeff Bezos in Washington ein 1:1-Modell der Mondlandesonde »Blue Moon«, an der sein privates Raumfahrtunternehmen Blue Origin bereits seit drei Jahren arbeitet und die perfekt für das neue Programmschema geschaffen ist.

verfügbaren Raumvolumens der Internationalen Raumstation ISS. Und irgendwann bald danach, so der ursprüngliche Plan, sollten die Amerikaner erneut auf dem Mond landen, in der Hoffnung, dort nicht schon von chinesischen Taikonauten begrüßt zu werden.

Überraschungsprojekt Artemis

Doch ganz überraschend kam im März 2019 – gleich nach Boeings Ankündigung der abermaligen Programmverschiebung – Bewegung in die Sache. Zunächst stellte NASA-Administrator Jim Bridenstine zur Debatte, das Orion-Raumfahrzeug mit kommerziellen Anbietern statt mit Boeings SLS starten zu lassen. Dafür hätte es kurzfristig als Träger nur die Delta-4-Rakete der United Launch Alliance und die Falcon Heavy von SpaceX gegeben. Ein solcher Schritt hätte allerdings eine massive Umkonstruktion des Orion-Systems und eine Änderung der bisher geplanten Gateway-Architektur zur Folge, weil diese derzeit vollständig auf die wesentlich leistungsstärkere SLS-Rakete ausgelegt ist.

Nur wenige Tage später folgte ein weiterer Paukenschlag, denn Vizepräsident Mike Pence erklärte den Mond zur Chefsache. Ihm war wohl klargeworden, dass der 13. Mensch auf dem Mond beim gegenwärtigen schleppenden Fortschritt des SLS-Programms kein Amerikaner sein würde. Und der Mond war wichtig geworden in den letzten Jahren. Sehr wichtig. Zum einen hat er in einer Welt zunehmenden Hegemoniestrebens Bedeutung gewonnen. Mit ihm verbindet man sowohl strategische, als auch technologische und wissenschaftliche Interessen. Zum anderen wird der Mond auch eine wirtschaftliche Rolle spielen.

Für uns Europäer und vor allem für die sehr häufig technologieskeptischen Deutschen mag das Sciencefiction fernab jeder Lebensrealität sein. Tatsächlich werden aber gegenwärtig die Weichen für die kommenden Jahrzehnte gestellt. Dies wird in Peking und in Washington gleichermaßen wahrgenommen.

Beim Treffen des National Space Council in Huntsville am 26. März 2019 gab es daher klare Worte von Vizepräsident Mike

Pence: »Nur damit das klar ist: Die erste Frau und der nächste Mann auf dem Mond werden amerikanische Astronauten sein. Gestartet mit amerikanischen Raketen, von amerikanischem Boden aus.« Und er legte nach: »Wenn die NASA jetzt nicht in der Lage ist, innerhalb von fünf Jahren amerikanische Astronauten auf den Mond zu bringen, dann müssen wir die Organisation ändern, nicht die Mission.« Und er erläuterte gleich, wie er sich das vorstelle: »Wenn kommerzielle Raketen der einzige Weg sind, amerikanische Astronauten in den kommenden fünf Jahren auf den Mond zu bringen, dann werden es eben kommerzielle Raketen sein.« Und direkt an die Firma Boeing gerichtet: »Wir sind keinem Unternehmen verpflichtet. Wenn unsere gegenwärtigen Auftragnehmer die gestellten Ziele nicht erreichen können, dann werden wir die finden, die das können. Der Zeitplan ist von nun an das oberste Gebot«.

Offensichtlich half das, denn an dieser Stelle stellte Boeing plötzlich fest, dass es bei reiflicher Überlegung vielleicht doch möglich sei, wie geplant im Jahre 2020 den Erstflug des SLS-Systems durchzuführen, wenn auch zu gewissen Mehrkosten. So wird es beim SLS-System bleiben.

Aber auch die private Raumfahrt bekommt ihre Chance. Und das liegt an der Verlautbarung von NASA-Chef Bridenstine vom 13. Mai 2019. Der Pence-Plan bekam da einen Namen: Artemis. So heißt von nun das Projekt, mit dem die Amerikaner statt irgendwann nach 2028 bereits 2024 eine Crew auf die Mondoberfläche senden wollen. Passend dazu stellte Jeff Bezos fast zeitgleich ein 1:1-Modell seines »Blue Moon« Mondlanders vor, der auf wundersame Weise exakt zum Projekt Artemis passt. Details dazu finden Sie im Kasten auf Seite 52.

Nach Jahrzehnten der Stagnation entwickelt sich nun die weitere Geschichte der Inbesitznahme des Mondes rasant. Die Mond-Renaissance hat begonnen. 

Dieser Artikel und Weblinks unter:

www.sterne-und-weltraum.de/artikel/1647394



EUGEN REICHL ist Mitarbeiter eines internationalen Raumfahrtkonzerns. Nebenberuflich schreibt er für Internetportale und Zeitschriften und ist Autor mehrerer Bücher zum Thema Raumfahrt.