

Eine orbitale Mondstation und Flüge zum Mars [27. Apr.]

In der letzten Woche stellte die *US-amerikanische Weltraumorganisation NASA* [1] fast unbemerkt von der Öffentlichkeit ihre neuen Pläne vor **wie Astronauten zum Planeten Mars** [1] **transportiert werden** sollen. Einzig ein kurzer Artikel vom 28. März erklärt diese neuen konkreten Pläne der NASA [2].

Die NASA-Pläne zum sog. **Deep Space Gateway** (DSG) [1] beinhalten konkrete Entwürfe für eine **kleine orbitale Mondstation** (Abb. 1) und ein größeres, **wiederverwendbares Transportschiff**, um Astronauten zum Mars und zurück zu transportieren. Damit will die NASA Astronauten wieder tiefer in das Weltall schicken.

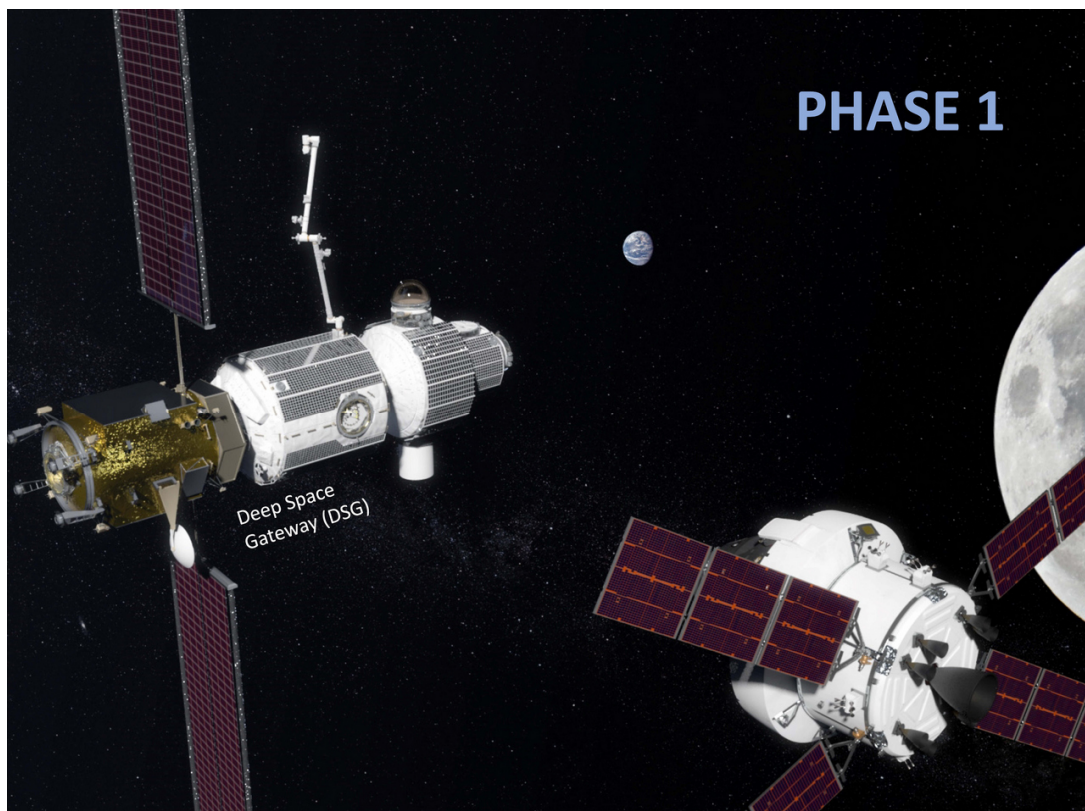


Abb. 1 Künstlerische Darstellung der NASA-Pläne zum Deep Space Gateway. Mithilfe des DSG im lunaren Orbit (links) will die NASA von einem Weltraumaußenposten bemannte Missionen (rechts) zum Planeten Mars schicken. Im Hintergrund die Erde, rechts am Bildrand der Mond.

© NASA

Phase 1 – DSG

Im Rahmen der Phase 1 [2], dem DSG, soll bereits im nächsten Jahr eine *Orion-Rakete* [1] einen **ersten Testflug** absolvieren. Das bedeutet **es wird ernst** und man hat einen realen Plan. Jedoch heißt es bei der NASA nicht mehr „*Eine Reise zum Mars*“ – wie unter *Präsident Obama* [1] –, der neue Slogan umfaßt eher die **Anwesenheit von Menschen im Weltraum**, einschließlich des Planeten Mars.

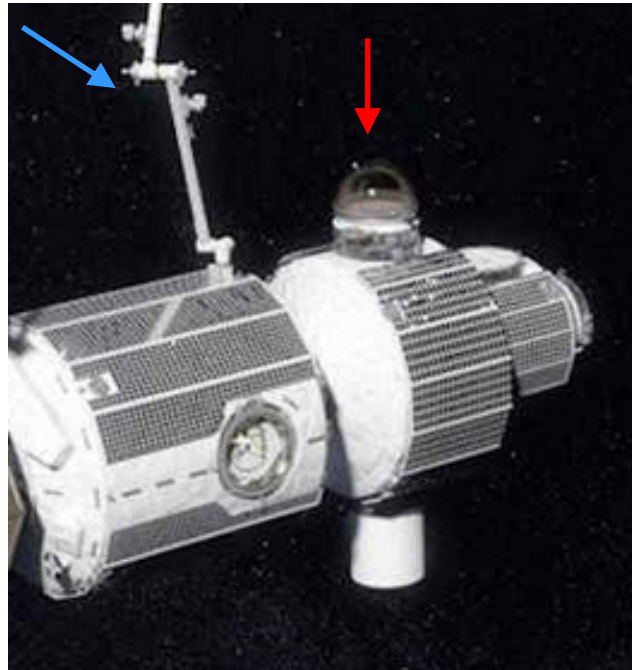
Die NASA plant – wie in den letzten Jahren – immer noch das nächste Jahrzehnt zum Lernen zu nutzen, beispielsweise wie man **in einem lunaren Orbit lebt und arbeitet**, bevor Flüge zum Mars im darauffolgenden Jahrzehnt stattfinden sollen.

Die wichtigste Änderung gegenüber den Vorjahren ist das Bestreben der NASA, **internationale und kommerzielle Partner** zu finden und sie an dem Vorhaben teilnehmen zu lassen. In diesem Rahmen möchte die NASA ihre Präsenz im Mondorbit für ihre eigenen Programme nutzen.

Die **Präsenz im Mondorbit** stellt die eigentliche Phase 1 dar, das Kernprojekt, in dessen Rahmen eine kleine Raumstation, die DSG, errichtet werden soll. Allerdings soll es sich bei der DSG nicht um eine ISS (*International Space Station*) [1] *en miniature* [1] handeln. Die DSG soll **nicht permanent mit Astronauten besetzt** sein. Bei einem ange-dockten Transporter kann eine Astronautencrew lediglich 42 Tage versorgt werden.

Die DSG wird ein **Antriebs- und ein Wohnmodul** besitzen, möglicherweise eine Luftschleuse für Weltraumspaziergänge. Wahrscheinlich wird die DSG eine neue Version des **Canadarm** (ausfahrbarer Greifarm) [1] besitzen und eine **Glaskuppel**, die den Astronauten einen 360-Grad Blick auf die Erde und den Mond ermöglichen soll (Abb. 2).

Abb. 2 Künstlerische Darstellung des DSG mit Glaskuppel und Greifarm.
Das DSG soll neben einem Antriebs- und einem Wohnmodul einen ausfahrbaren Greifarm (blauer Pfeil, oben Mitte) und eine 360-Grad Glaskuppel (roter Pfeil, obere Bildmitte rechts) besitzen.
© NASA



Aufbau und Ausstattung

Wenn alles läuft wie geplant, soll die **erste Mission im Jahr 2023** ein robotisches Raumschiff, den *Power and Propulsion Bus* (PPB) [1], in eine langgezogene Bahn um den Mond plazieren. Innerhalb der darauffolgenden beiden Jahre sollen zwei tonnenförmige Module (4,5 Meter Breite, 5 Meter Länge, Gewicht < 10 Tonnen) in den gleichen Orbit gebracht und mit dem PPB verbunden werden. Bereits dann könnten 4 Astronauten rund 90 Tage an Bord verbringen.

Die beiden Module sollen mit speziellen Vorkehrungen gegen *Mikrometeoriten* [1] verkleidet werden und insgesamt **4 Andockstationen** besitzen, um sie zusammenschalten oder Besuchern das Andocken zu ermöglichen. Ebenfalls ist ein Parkplatz für robotische (und spätere menschlich besetzte) Lander angedacht, die auf dem Mond landen und danach zur DSG zurückkehren wollen. Die geplante zukünftige russische Raumstation könnte ebenfalls andocken. Dabei deutet die NASA an, daß die DSG ein Extra-Modul eines neuen Partners aufnehmen könnte und blickt dabei wahrscheinlich auf China.

Im Inneren der Module soll möglichst viel Gewicht eingespart werden, um den Astronauten einen größtmöglichen Arbeitsplatz zu ermöglichen. Beispielsweise soll sich der Tisch nach dem Essen automatisch zusammenfallen, ebenso die Schlafstätten. Der Kühlschrank soll ebenfalls multifunktionell genutzt werden, zum einen als Küchenbestandteil,

zum anderen als Stauraum für wissenschaftliches Material. Auch sollen das Recyceln von Wasser, Sauerstoff und anderen recycelbaren Konsumgütern neu überdacht und maximiert werden.

Allerdings wird die größte Herausforderung an die DSG das **Abfallproblem** sein. Aufgrund des limitierten Platzangebots und dem Problem, daß beim Herausschleudern von Abfall Sauerstoff verbraucht wird, sollen die Ingenieure den Abfall so stark wie möglich kompaktifizieren. Möglicherweise soll auch das Versorgungsschiff auf seinem Rückweg zur Erde mit Müll beladen werden.

Die DSG soll mithilfe von drei Transportflügen – 3 bemannte *Orion-Kapseln* (*Multipurpose Crew Vehicle, MPCV*) [1] – **bis zum Jahr 2025** fertiggestellt sein* (Abb. 3). An den Versorgungsflügen sollen sich kommerzielle oder internationale Partner beteiligen. Die Anbringung einer (russischen) Luftschleuse soll bis zum Jahr 2025-2026 erfolgen.



Abb. 3 Künstlerische Darstellung der bemannten Orion-Kapsel. © NASA

Die DSG soll den Mond auf einem **eiförmigen Orbit** umkreisen, der zwischen 1.500 und 70.000 Kilometer von der Mondoberfläche entfernt sein wird. Weltraummissionen zu entfernteren Planeten würden nur einen kleinen Schubs benötigen, um in die richtige Richtung katapultiert zu werden – das spart Treibstoff. Die eiförmige Bahn bietet zudem den Vorteil weniger *Weltraumschrott* [1] ausgesetzt zu sein; daher benötigt die DSG im Vergleich zu erdgebundenen Stationen dünnere Wände, das ist gewichtssparend.

Die DSG würde der NASA die Durchführung **komplexer Weltraumrendevous** ermöglichen, Astronauten könnten lernen im lunaren Orbit zu leben und zu arbeiten, insbesondere wenn ein schneller Rückflug zur Erde nicht möglich sein sollte.

Als **Antriebsmodul** der DSG soll ein 40 kW solar-elektrisches Antriebssystem (*Solar Electric Propulsion, SEP*) dienen; es wäre leistungsstärker als jedes aktuell im Einsatz befindliche System. Mithilfe des Antriebsmoduls wäre es der DSG möglich, von einem „immer im Sonnenlicht-Orbit“ in andere Bahnen** zu wechseln, beispielsweise einen Orbit, von dem aus Mondlandungen durchgeführt werden könnten.

Diese Möglichkeiten würden die DSG zu einem **attraktiven Weltraumstandort** machen. Dann könnte quasi jeder ankommen und die DSG nutzen, die kommerziellen sowie die internationalen Partner.

Ob tatsächlich die Möglichkeit besteht, die DSG in einem niedrigen Mondorbit zu nutzen, sei dahingestellt; in diesem Fall müßte sich nicht nur die Geschwindigkeit der DSG stark verändern. Vor allem die dafür notwendigen Umbauten würden enorme Kosten verursachen. Daher möchte die NASA die Anforderungen an die DSG zusammen mit den Wissenschaftlern und möglichen Partnern vor dem Beginn des Baus abstimmen.

Phase 2 – DST

Nach dem Abschluß der Phase 1 folgt der Übergang in die **Phase 2**. Dabei soll sich die DSG in einen **Weltraum-Mondhafen** verwandeln, der von einem großen Weltraumtransporter, dem **Deep Space Transport** (DST) [1], angefliegen werden kann (Abb. 4). Der DST kann bis zu 4 Astronauten während eines 1.000-tägigen Weltraumflugs versorgen. Nach jeder Weltraumreise soll das DST an der DSG neu versorgt, gewartet und aufgetankt werden. Nach Angaben der NASA kann der DST insgesamt 3 Flüge zum Mars überstehen.

Die Abmessungen des DST sollen etwa denen des *Skylabs* [1] entsprechen. Die ISS-Module (wie *Unity* [1]) besitzen üblicherweise einen Durchmesser von 4,3 Metern. Skylab besaß im Prinzip die Abmessungen der Oberstufe einer *Saturn V-Rakete* [1], rund 6,6 Meter. Das war ausreichend groß, um den Astronauten das Schweben in Schwerelosigkeit zu erlauben, ohne daß sie an die Wände stießen. Die neuen Raketen der NASA könnten es erlauben, daß das DST einen Durchmesser von fast 8,4 Metern besitzt. Der DST wird wahrscheinlich eine Masse von etwa 41 Tonnen besitzen, ohne Zuladung. Die Auslieferung des DST in eine Mondbahn soll **im Jahr 2027** stattfinden.

Möglicherweise könnte der *Falcon Heavy launcher* [1] des Unternehmens *SpaceX* [1] den DST ins Weltall bringen. Die Rakete ist in der Lage, bis zu 64 Tonnen in einen erdnahen Orbit zu befördern. Wieviel Gewicht auf diese Art und Weise bis zum Mond gebracht werden könnte, ist bisher unklar. Abschätzungen des letzten Jahres liegen bei lediglich 13 Tonnen.

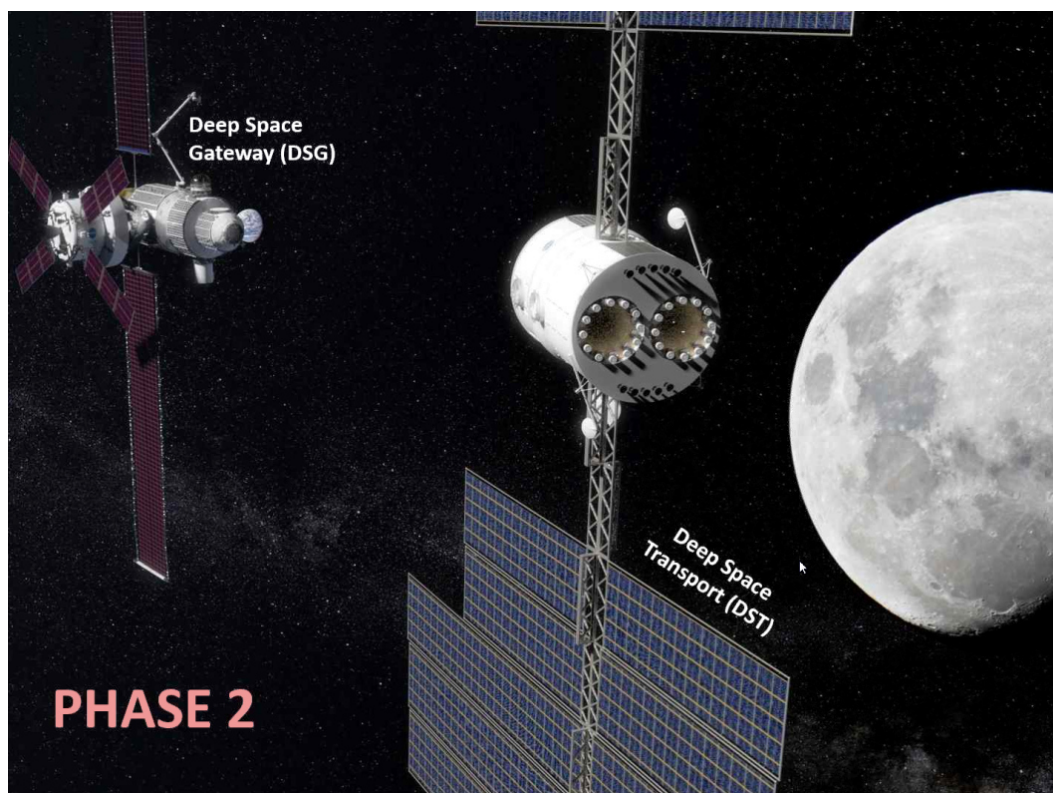


Abb. 4 Künstlerische Darstellung unterschiedlicher Einsatzmöglichkeiten der DSG. Mithilfe des DST (Bildmitte) können sich insgesamt bis zu 4 Astronauten auf eine jeweils 1.000-Tage dauernde Reise zum Mars und zurück begeben. Aktuell erreicht das DST den Weltraumhafen, die DSG (links oben). Rechts im Hintergrund der Mond.

Alles oder Nichts

Irgendwie erinnert der neue Plan der NASA dem des Unternehmens SpaceX und dessen Bestreben **eine Million Menschen zum Mars** zu befördern. Dabei sollen jeweils 100 Personen mithilfe einer Rakete mit einem gewaltigen Antrieb in einen Erdorbit gebracht werden. Es sei hinzugefügt, daß SpaceX bisher über keinerlei Erfahrung mit Erdorbits verfügt. Die NASA dagegen verfolgt mit einer Erfahrung von 20 Jahren Weltraumfahrt andere Ziele.

Nach der Lieferung von Versorgungsgütern etc. an das DSG, könnte das DST zeitlich gesehen relativ schnell starten. Bereits **im Jahr 2029** könnte sich die erste Astronautencrew auf eine einjährige Reise machen und einen eigenen Mondorbit einschlagen. Falls alles glattgeht, soll der DST zur DSG zurückkehren, um wieder aufgetankt und mit neuen Versorgungsgütern beladen zu werden. Danach soll **im Jahr 2033** die **erste bemannte Mission zum Mars** folgen (Abb. 5, 6).



Abb. 5 Künstlerische Darstellung der ersten bemannten Marsmission.
Laut den aktuellen Plänen der NASA könnte die erste bemannte Mission zum Mars in etwa 15 Jahren beginnen.

© NASA

Die **bemannte Reise zum Mars** soll nicht direkt, sondern mithilfe eines gravitativen Schubs des Planeten *Venus* [1] erfolgen. Dabei könnten die Astronauten die Wolken der *Venusatmosphäre* [1] unter die Lupe nehmen, bei der Weiterreise außerdem die *Marsvulkane* [1], sozusagen alles in einem Rutsch.

Phase 3

In der 3. Phase sollen die Astronauten allerdings erst in einen Marsorbit einschwenken. Eine Landung soll erst in **Phase 4** versucht werden.

Partner oder Konkurrenten?

Während der Gründer von SpaceX, *Elon Musk* [1], der Auffassung ist, mit den existierenden NASA-Programmen sei das alles nicht durchführbar, stellte sein Konkurrenzunternehmen, *United Launch Alliance* [1], letzte Woche im Rahmen des 33. *Space Symposiums* [1] seine **Cislunar 1000-Vision** [1] vor.

Die Vision sieht **für das Jahr 2045** den Transport von 1.000 Personen in den Weltraum vor, genauer gesagt auf und um den Mond. Diese Idee erhält nicht nur Unterstützung durch internationale Raumfahrtagenturen, sondern auch seitens der Politik, insbesondere im Hinblick auf die lunaren Ambitionen Chinas.

Es scheint als befände sich die NASA im Zentrum eines überdimensionalen **Tauziehens** zwischen traditionellen und neuen Raumfahrtunternehmen bzw. dem Mond und dem Mars.

Die DSG würde bei ihrer Realisierung erste Samen einer **Ökonomie im lunaren Orbit** pflanzen: hier kämen kommerzielle und internationale Versorgungsflüge zum Einsatz, die DSG würde einen ersten **Wegpunkt im Weltall** markieren und zudem Gelegenheiten für die Ausbeutung der Mondoberfläche liefern.

Möglicherweise würden die neuen NASA-Pläne jedoch ebenfalls das Ende der Zusammenarbeit mit SpaceX bedeuten, zumindest im Hinblick auf eine Reise zum Mars.

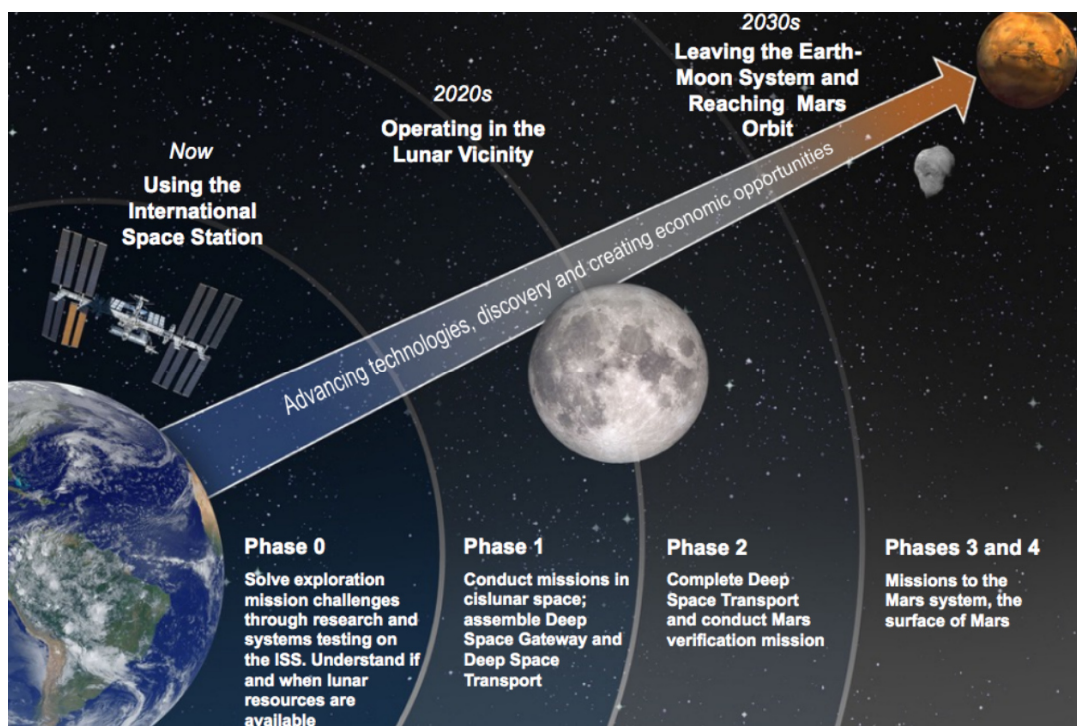


Abb. 6 Schematische Darstellung der neuen NASA-Pläne bis zur Reise zum Mars.

Die NASA plant bereits innerhalb der nächsten Jahre den Bau einer neuen Weltraumstation im Mondorbit (Phase 1) und anschließend einem Transportsystem, das auch für Missionen zu anderen Planeten benutzt werden kann (Phase 2). Damit könnten kontinuierlich aufeinanderfolgende Missionen zum Mars bald zum Weltraumalltag gehören (Phase 3).

© NASA

Die NASA hat sich selbst hochstrebende Ziele gesetzt, jetzt müssen sie erreicht werden.

Und die Konkurrenz in Europa, Rußland und China? – Nächster Halt „Mond“

Nach den Europäern scheint vor allem China große Ambitionen auf den Mond zu haben: die *chinesische Raumfahrtagentur CNSA (China National Space Administration)* [1] plant nicht nur einen Orbit um den Mond, sondern auch die Landung von Astronauten und möglicherweise den Bau einer **Mondkolonie**. Diese Pläne sind Bestandteil der chinesischen Vision zur Erkundung des Weltraums. Bis zum Jahr 2020 plant China sogar eine Mission zum Planeten Mars.

Möglicherweise sind es genau diese chinesischen Pläne, die den Europäern zur Umsetzung des **Baus einer permanenten Mondstation** verhelfen könnten. Nun verkündeten Sprecher der europäischen und der chinesischen Raumfahrtagenturen, die CNSA und die ESA planten, innerhalb des nächsten Jahrzehnts zusammen ein Monddorf errichten.

Die Mondbasis soll Pläne zur Ausbeutung des Mondes, dem Weltraumtourismus und Missionen zu anderen Planeten des Sonnensystems, insbesondere zum Planeten Mars, unterstützen. Beide Agenturen haben im Weltraum bereits zusammengearbeitet, beispielsweise bei der chinesischen Mission **Chang'e** [1, 3] und der europäischen **SMART-1 Mission** [1].

Im Rahmen der Chang'e-Mission untersuchten die chinesischen Lander die Mondoberfläche im Hinblick auf den **Abbau von Helium³** [1], das Material für Fusionsreaktoren auf der Erde liefern könnte. Dagegen erstellte SMART-1 **detaillierte Karten** der nördlichen Polarregion des Erdtrabanten und half dabei, mögliche Standorte für den Bau einer Mondbasis zu finden, Standorte, in deren Nähe Wasservorräte vermutet werden.

Möglicherweise könnten die Pläne für eine **gemeinsame Mondbasis** auf den Plänen des neuen *ESA-Direktors Wörner* [1] basieren, die er im Dezember 2015 vorgestellt hatte [3]. Dabei möchte die ESA eine internationale Mondbasis errichten, sozusagen als Nachfolger der ISS im Weltraum.

Abb. 7

Künstlerische Darstellung einer chinesischen Mondbasis in Kollaboration mit der russischen Raumfahrtagentur Roskosmos.

Bis zum Jahr 2015 plante die CNSA eine gemeinsame Mondbasis mit Rußland, nun wendet sich China eher den europäischen Plänen zu.
© China Daily Mail



Bisher hatte sich China stets geweigert mit anderen Raumfahrtagenturen zusammenzuarbeiten. Nach dem US-Bann einer chinesischen Teilnahme an der ISS im Jahr 2011 könnte eine neue Vereinbarung zwischen beiden Ländern den Weg für eine Kooperation zwischen den drei Ländern (Europa, China, USA) bereiten (Abb. 7, 8).

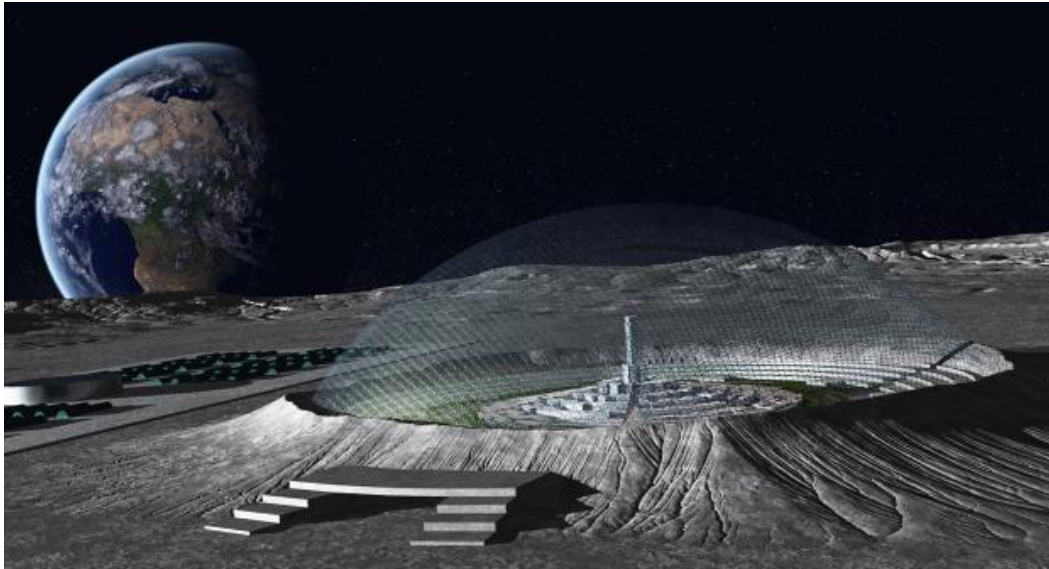


Abb. 8 Künstlerische Darstellung einer europäisch-chinesischen Mondbasis.
Neueste Meldungen berichten von Plänen zur Errichtung einer europäisch-chinesischen
Mondbasis, an der sich im Verlauf der Planungen möglicherweise weitere Raumfahrt-
agenturen beteiligen könnten.

© Independent.co.uk

Bereits im Jahr 2012 gab es Pläne der ESA, der NASA und der russischen Raumfahrt-agentur *Roskosmos* [1] gemeinsam eine Mondbasis zu errichten. Falls eine Übereinkunft zwischen den 4 führenden Raumfahrtnationen zustande käme, würde dies bisher ungeahnte Möglichkeiten eröffnen.

Bis dahin will die CNSA eine **Mondmission** in den Weltraum bringen, **Chang'e 5** [1], die Ende 2017 starten und am Ende zur Erde zurückkehren soll; die Mondmission **Chang'e 4** [4] soll dagegen im Jahr 2018 die erdabgewandte Seite des Mondes untersuchen. Die ESA dagegen möchte die Proben, die von Chang'e 5 zur Erde zurückgebracht werden, untersuchen und in den nächsten Jahren einen europäischen Astronauten zur chinesischen Raumstation *Tiangong-2* [1] entsenden. Die Mission **Chang'e 6** [1] soll danach Material von der erdabgewandten Seite des Mondes oder dessen Südpolregion einsammeln. Anschließend sind robotische Besuche beider Pole des Erdtrabanten geplant.

Wie es aussieht, gehen wir schneller zum Mond zurück als gedacht, aber dieses Mal werden wir dort oben bleiben. Wie lange ist unklar.

Falls Sie Fragen und Anregungen zu diesem Thema haben, schreiben Sie uns unter **kontakt@ig-hutzi-spechtler.eu**

Ihre
IG Hutzi Spechtler – Yasmin A. Walter (yahw/kam1)

Quellenangaben:

[1] Mehr Information über Objekte des Sonnensystems und astronomische Begriffe
www.wikipedia.de

[2] Mehr Information zu den neuen Plänen der NASA
<https://www.nasa.gov/feature/deep-space-gateway-to-open-opportunities-for-distant-destinations>
<https://www.nasa.gov/feature/nasa-s-first-flight-with-crew-will-mark-important-step-on-journey-to-mars>
<https://www.nasa.gov/image-feature/nasa-simulates-orion-spacecraft-launch-conditions-for-crew>

[3] Mehr Information zu Europas und Chinas Plänen auf dem Mond
<http://theskyatnight.de/sites/default/files/neue%20mondbasis%20-%20maerz%202016%20-%20san.pdf>
http://iq-hutzi-spechtler.eu/aktuelles_china_winkt_mond.html
<http://spaceflight.esa.int/humanrobotics/about/>

Our first cis-lunar station explained

NASA and its partners mull these components and transport systems for the first outpost near the Moon in 2020s:

Federatsiya crew vehicle

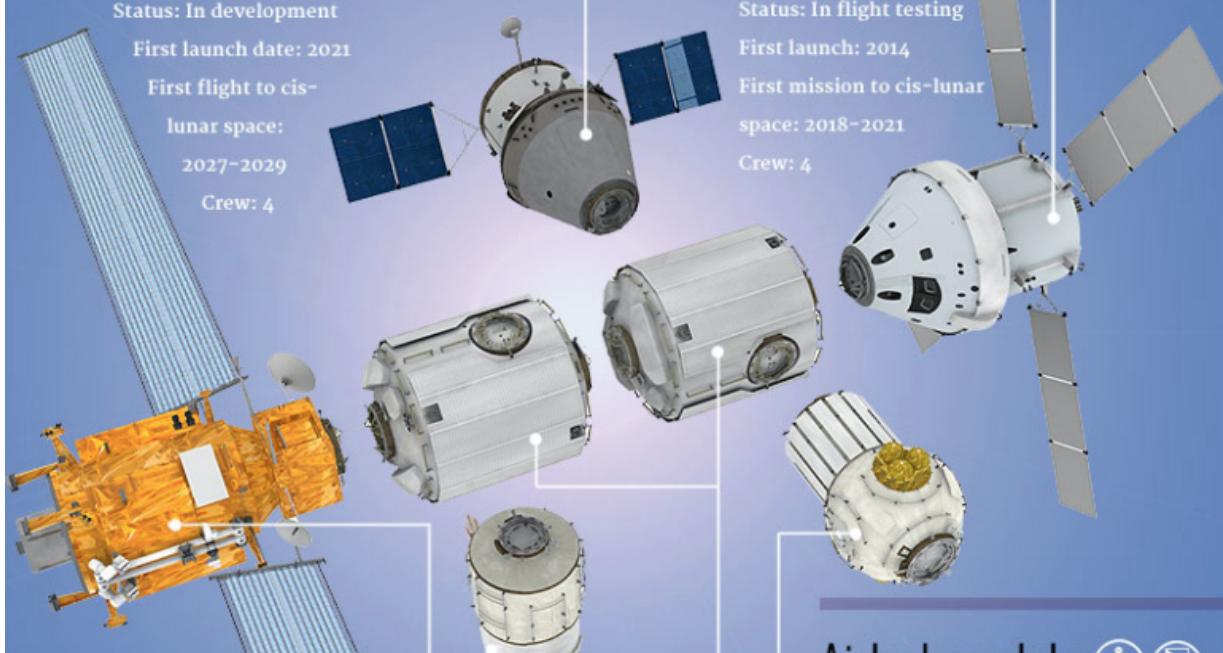


Agency: Roskosmos
 Mass: approximately 20 tons
 Launch vehicle: To be determined
 Status: In development
 First launch date: 2021
 First flight to cis-lunar space: 2027-2029
 Crew: 4

Orion crew vehicle



Agencies: NASA, ESA
 Mass: 25.8 tons;
 Launch vehicle: SLS
 Status: In flight testing
 First launch: 2014
 First mission to cis-lunar space: 2018-2021
 Crew: 4



Power and propulsion bus

Agencies: NASA, ESA, CSA
 Mass: approximately 10 tons
 Launch vehicle: SLS
 Status: In conceptual stage
 Launch date: 2023
 Crew: No



Functionality:



Power



Science



Docking



Habitation



Spacewalking



Delivery



Propulsion

Airlock module



Agency: Roskosmos
 Mass: approximately 9 tons
 Launch vehicle: Angara-5/KVTK
 Status: In early conceptual stage
 Launch date: ~2025-2026
 Crew: No

Habitation modules-1/2



Agencies: ESA, JAXA, NASA
 Mass: 7 tons
 Launch vehicle: SLS
 Status: In conceptual stage
 Launch dates: 2024, 2025
 Crew: 4

Cargo transport



Mass: approximately 7-10 tons
 Launch vehicle: To be determined
 Status: In conceptual stage
 First launch to cis-lunar space: approximately 2025
 Crew: No

** Schematische Darstellung der möglichen Bahnen des DSG um den Mond (© NASA)

