



► **Mondsüchtig** Heute vor 40 Jahren schoss die Nasa Apollo 11 ins All, das erste Raumschiff, das Menschen zum Mond brachte. Seit 1972 ist es dort oben wieder menschenleer. 2020 will die Nasa das ändern – und sie ist nicht allein

UNSER NACHBAR

Antritt 1966 setzt die russische unbemannte Raumfähre Luna 9 auf dem Mond auf. Zwei Jahre später schicken die USA mit Apollo 8 die erste bemannte Kapsel zum Mond, die ihn aber nur umkreist. Am 16. Juli 1969 startet die Sonde Apollo 11 zur ersten bemannten Mission. Vier Tage später betreten Neil Armstrong und Edward Aldrin den Mond. Nach sechs Missionen endet 1972 der Besucherreigen.

Abstand Seitdem beschränkt sich die Forschung auf Sonden, die den Mond umkreisen, ihn mit Instrumenten untersuchen und gelegentlich kontrolliert zum Absturz gebracht werden. Im März stürzte etwa die chinesische Sonde Chang'e-1 auf den Mond, ihr folgte im Juni die japanische Sonde Kaguya. Sie hatte unter anderem ein Radargerät an Bord, das ein Strukturprofil der Oberfläche aufzeichnete. Die noch aktive indische Mondsonde Chandrayaan 1 misst mit einem Spektrometer die Zusammensetzung der Oberfläche.

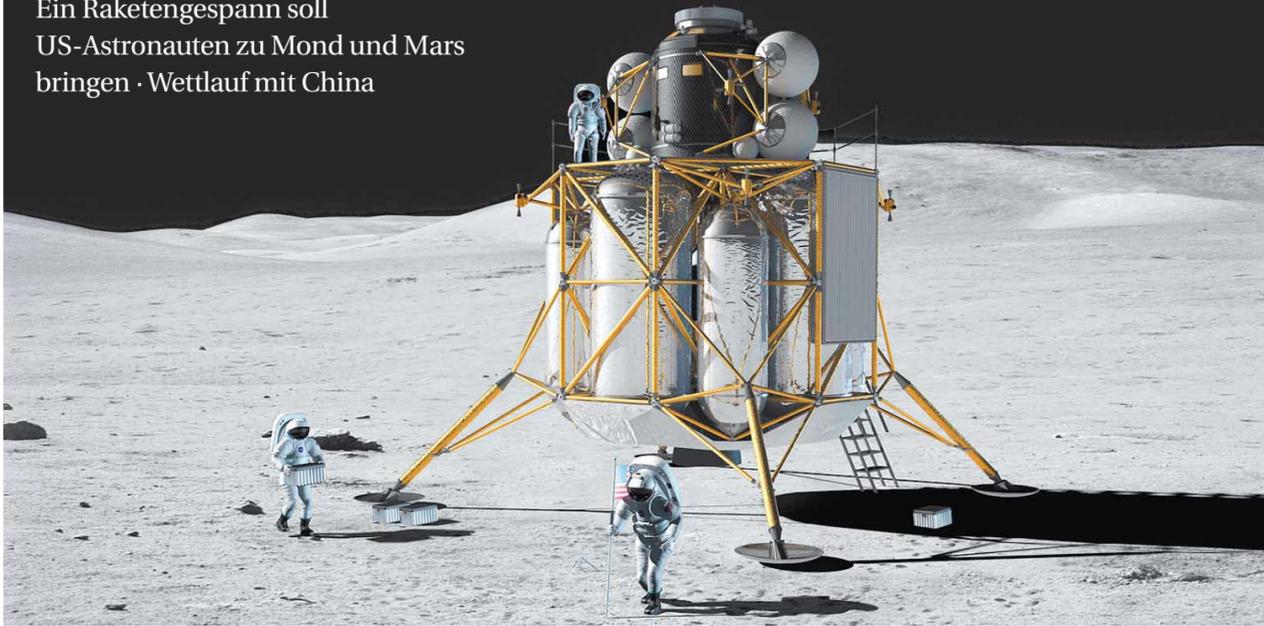
Anlauf Auf der Suche nach Landplätzen für künftige Missionen umkreist der amerikanische Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) in niedriger Höhe den Mond. Er soll eine 3-D-Karte in bisher unerreichter Genauigkeit erstellen. Begleitet wird er von der Sonde LCROSS, die bei ihrem Aufschlag Mondstaub aufwirbeln soll, der von der Erde aus analysiert werden kann.

Anreiz Fortschritte in der Raumfahrttechnik haben den Mond wieder interessant gemacht. Forscher können heute viel gezielter bestimmen, welche Stellen für eine Mission interessant sind. Sie erhoffen sich unter anderem Erkenntnisse über das Alter des Mondes und seine Zusammensetzung. Für die Raumfahrt zu anderen Planeten ist der Mond interessant, weil sich auf ihm Technologien und die Auswirkungen von Raummissionen auf Menschen testen lassen.



Raumpatrouille Orion

Ein Raketengespann soll US-Astronauten zu Mond und Mars bringen · Wettlauf mit China



Moonwalking 2020: Eine Computersimulation zeigt, wie das Raumschiff aussehen soll, mit dem die Nasa in elf Jahren auf dem Mond landen will

VON GEORG DAHM, HAMBURG

Nein, nach Science Fiction sieht es wirklich nicht aus, das neue Raumschiff, mit dem die Amerikaner zurück auf den Mond wollen. Die Orion ist kein Raumgleiter, der elegant zwischen den Planeten pendelt. Nur eine schlichte kegelförmige Kapsel, die per Hilfsrakete zum Mond geschossen wird und nach der Rückreise zur Erde eher plump an einem Fallschirmbündel zu Boden sinkt.

40 Jahre nach dem Start von Apollo 11 liegen die USA wieder einmal vorn: Die Orion ist Teil des „Constellation“-Programms, mit dem die Nasa in die Erdumlaufbahn, 2020 zum Mond und schließlich zum Mars fliegen will. Das Projekt ist weit ausgereifter als das anderer Nationen, die ins All drängen.

35 Mrd. \$ sind noch unter Präsident George W. Bush veranschlagt

wurden. Allein in diesem Jahr gibt die Nasa 3,4 Mrd. \$ für Constellation aus, dazu kommen 40 Mio. \$ aus Barack Obamas Konjunkturpaket. Das klingt nach präsidialer Rückenwind, tatsächlich aber kämpft auch Constellation mit Problemen. Die Ingenieure stehen vor technischen Hürden, der Zeitplan hinkt, die Kosten laufen aus dem Ruder. Kritiker fordern technische Änderungen oder wollen sich den Mond sparen und gleich zum Mars fliegen. Im Herbst wird der Bericht einer Expertenkommission vorgelegt, dann entscheidet die Regierung, wie es weitergeht.

Beim Design der Orion hat sich die Nasa an der alten Apollo-Kapsel orientiert. Ähnlich sehen auch die russischen Progress-Kapseln und der neue europäische Raumtransporter ATV aus. Die Kapsel mit einem Hitzeschild auszustatten, der eine sichere Rückkehr zur Erde ermöglicht, ist viel einfacher als beim

Space Shuttle – bei dem schadhafte Hitzeschutzkacheln 2003 die Columbia verglühn ließen.

Auch aus Kostengründen hat sich die Nasa vom Gleiter verabschiedet, der Mensch und Fracht gleichzeitig befördert. Sie entwickelt gleich zwei Raketen: Die kleinere Ares I soll die Orion samt Astronauten in die Erdumlaufbahn bringen. Dort kann die Kapsel auch an die Internationale Raumstation andocken: Orion soll nicht nur zu fernen Planeten fliegen, sondern für die USA auch Menschen und Material zur ISS bringen. Das machen bisher die Space Shuttles, die 2010 stillgelegt werden.

Die größere Ares V liefert Fracht ins All, zum Beispiel die Mondlandefähre Altair samt einer Schubrakete. Im Orbit dockt Orion an Altair an, die Schubrakete schießt das Gespann Richtung Mond. Dort steigen die vier Astronauten in die Altair-Fähre um, landen auf dem

Mond und kehren nach sieben Tagen mit der Oberstufe der Altair zur Orion zurück. Für den Rückflug zur Erde genügt deren Bordtriebwerk.

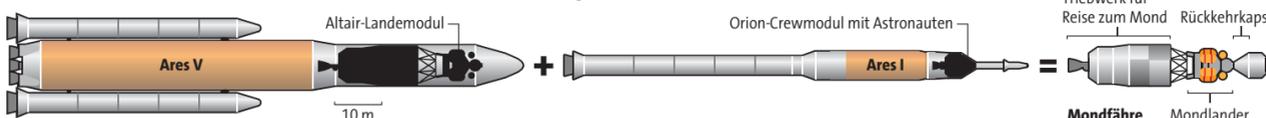
Ganz einfach in der Theorie, in der Praxis ist das Sorgenkind die Ares-I-Rakete. Der schlanke Spargel würde nach Berechnungen so stark vibrieren, dass Lebensgefahr für die Crew bestünde. Die Entwicklung von Stoßdämpfern treibt die Kosten in die Höhe und macht die Rakete womöglich zu schwer.

Zur Debatte steht deshalb nun, doch nur eine Rakete zu entwickeln, etwa eine kleinere Version der Ares V, oder auf erprobte Techniken wie die Schubrakete des Space Shuttle zurückzugreifen.

Kritiker sehen nun den Zeitplan in Gefahr, zumal die Konkurrenz nicht schläft. Die junge Raumfahrt-nation China hat angekündigt, ebenfalls 2020 Menschen auf den Mond zu schicken. Das Rennen hat begonnen.

Bastelstunde

Wie die Nasa die Teile ihrer Mondfähre in den Orbit bringen will



Neuerung Für ihre Mondmission setzt die Nasa auf ein neues Transportkonzept: Menschen und Material werden mit getrennten Raketen transportiert. Das ist sicherer und soll Betriebskosten sparen.

Zweiteilung Die Ares V trägt das Landemodul Altair und das Triebwerk für die Hinreise zum Mond ins All. Eine Ares-I-Rakete bringt die bemannte Raumkapsel Orion, die an Altair andockt.

Dauergast Der Mondlander kann vier Astronauten und 500 Kilogramm Ladung für sieben Tage auf die Mondoberfläche bringen – Apollo 11 blieb nur 22 Stunden. Die Frachtvariante schafft 14,5 Tonnen.

Biete Roboter, suche Mitfluggelegenheit

Mit Beiträgen zur Raumfahrtrobotik wollen sich Deutschland und Europa ihren Anteil an internationalen Mondmissionen sichern

VON GEORG DAHM, HAMBURG

Mit Alexander Gersts Jobbeschreibung hat sich die europäische Raumfahrtagentur ziemlich weit aus dem Fenster gelehnt. Europas neuer Astronautenjahrgang, zu dem auch der 33-jährige Deutsche gehört, werde als erster zum Mond und darüber hinaus reisen können, verkündete die Esa im Mai bei der Vorstellung der sechs Frauen und Männer.

Dabei hat Europa kein Raumfahrzeug, das Astronauten befördern kann. Die Raumkapsel ATV ist derzeit nur darauf ausgerichtet, Fracht zur ISS zu bringen, den Stationsmüll aufzunehmen und beim Wiedereintritt in die Atmosphäre zu verglühen. Erst im vergangenen November haben die Esa-Mitgliedsländer beschlossen, eine ATV-Version mit Hitzeschild entwickeln zu lassen, den ARV. Eine Weiterentwicklung zum Personen-transporter steht derzeit nicht an.

Zwar hat die Esa gerade mit Vorstudien zu einer eigenen Mondmission begonnen, die Mittel ha-

ben ihre Mitgliedsländer im vergangenen November freigegeben. Doch die Mission wird unbemannt sein – auf dem Mond soll zwischen 2017 und 2020 ein robotisches Landefahrzeug niedergehen.

Mit dem Landeroboter will sich die Esa als Partner für eine künftige internationale Mondmission empfehlen. Und Partner wird die Nasa dringend brauchen: Nur mit ihren eigenen Raketen, Raumfähren und Landemodulen wird sie keine dauerhafte Präsenz auf dem Mond bewirtschaften können, so die International Space Exploration Coordination Group (ISECG), ein Zusammenschluss von 14 Raumfahrtagenturen, die sich über ihre Weltraumpläne abstimmen. Die Esa, meint auch die Nasa, könnte mit einer Lastenfähre viel zur Besiedelung beitragen.

Und wer zur Mission beiträgt, so das Kalkül, der wird auch Astronauten schicken dürfen. „Wenn

wir dabei sein wollen, geht das am besten nicht durch Forderungen, sondern durch starke Inhalte“, sagt Johann-Dietrich Wörner, Vizepräsident des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). „Zum Beispiel hat der Beobachtungssatellit TerraSar-X extrem zum deutschen Ruf in der Raumfahrt beigetragen.“ Geld fließe bei internationalen Kooperationen in der Regel nicht: „Das läuft im We-



Entwurf des deutschen Mondlanderoboters. Prototypen können frühestens 2012 getestet werden – auf der Erde

sentlichen über Arbeitsteilung und Technologieaustausch.“ Auch Deutschland will sich vor allem mit Raumfahrtrobotik als Partner empfehlen, das Wirtschaftsministerium hat in diesem Jahr daraus einen Schwerpunkt in der nationalen Raumfahrtstrategie gemacht.

Das DLR hat kürzlich bei EADS Astrium für 1 Mio. € die Vorstudie für einen eigenen automatischen Lander in Auftrag gegeben. Ein erster Prototyp könnte frühestens 2012 auf der Erde getestet werden.

Konkurrenz zur Esa sei das nicht, schließlich sei das Vorgehen eng abgestimmt, sagt Wörner. „Es ist sinnvoll, dass man im Vorfeld verschiedene Techniken studiert. Und dann wird man sehen, ob man eine deutsche Mission durchführen oder deutsche Elemente in eine europäische Mission einbringt.“

Ob ein Lander tatsächlich jemals unter deutscher Flagge den Mond sehen

würde, ist sehr fraglich: Erst im vergangenen Jahr stoppte die Bundesregierung aus Geldmangel die deutsche Mondmission Leo. Für geschätzte 350 Mio. € hatten deutsche Forscher eine Sonde in die Mondumlaufbahn schicken wollen. Eine Lander-Mission würde deutlich teurer werden.

Neben Landefähren, Erkundungsfahrzeugen, Medizinrobotern für die Versorgung von Astronauten und anderen Automaten will sich Deutschland aber auch noch an anderer Stelle um das Wohl künftiger Mondfahrer verdient machen. Zusammen mit der TU Kaiserslautern und internationalen Experten hat das DLR im Mai diskutiert, wie aus Mondstaub und anderen Materialien behagliche Behausungen errichtet werden können. Auch die Nasa war dabei. Wenn Alexander Gerst es wirklich auf den Mond schaffen sollte, wird er sich dort also ein bisschen wie zu Hause fühlen können.

WWW.FTD.DE/MOND
Begehrte Plätze im All

Zahl der Piratenangriffe hat sich 2009 verdoppelt

Weltweit hat sich die Zahl der Piratenüberfälle nach Angaben des International Maritime Bureau (IMB) im ersten Halbjahr mehr als verdoppelt. Von Januar bis Juni seien 240 Schiffe überfallen worden, gegenüber 114 im Vorjahreszeitraum, teilte das IMB, das zur Internationalen Handelskammer (ICC) gehört, gestern mit. Der Anstieg sei fast vollständig auf Überfälle im Golf von Aden und vor der Ostküste Somalias zurückzuführen. Im zweiten Quartal 2009 wurden 136 Überfälle registriert, im ersten Quartal waren es noch 104. Laut IMB gelang es den Piraten, 78 Schiffe zu entern, 75 wurden beschossen und 31 entführt. Bei allen Überfällen zusammen seien 561 Besatzungsmitglieder als Geiseln genommen, 19 wurden verletzt, sieben entführt und sechs getötet. Acht Seeleute würden vermisst. „Die Gewalt gegenüber der Besatzung nimmt weiter zu“, heißt es in dem Bericht. REUTERS

Chinas Regierung spricht von 192 Toten in Ürumqi

Die Zahl der Toten bei den jüngsten Zusammenstößen zwischen Uiguren und der chinesischen Polizei in der Unruhezone Xinjiang ist nach offiziellen Angaben auf 192 gestiegen. Wie die halbamtliche Agentur China News Service gestern unter Berufung auf die Regierung in der Provinzhauptstadt Ürumqi berichtete, erhöhte sich die Zahl der Verletzten auf 1721, darunter 179 Schwerverletzte. Die Agentur machte weder zu den genauen Todesumständen noch zur ethnischen Zugehörigkeit der Opfer. Zuvor hatten die Behörden von 184 Toten gesprochen. Die Unruhen waren Anfang Juli ausgebrochen. Nach Angaben von Exil-Uiguren sollen dabei bis zu 800 Menschen ums Leben gekommen sein. DPA

Al-Sawahiri ruft Muslime in Pakistan zum Dschihad

Der ägyptische Top-Terrorist Aiman al-Sawahiri hat die muslimischen Gläubigen in Pakistan zum Dschihad (Heiligen Krieg) aufgerufen. „Es ist die individuelle Pflicht eines jeden Muslim in Pakistan, sich den Mudschaehidin (Kämpfern) anzuschließen oder zumindest den Dschihad in Pakistan und Afghanistan ... zu unterstützen“, erklärte der Stellvertreter von Al-Kaida-Chef Osama Bin Laden in einer gestern bekannt gewordenen Audio-Botschaft. Die afghanischen und pakistanischen Taliban würden den amerikanischen „Kreuzrittern“ widerstehen und dabei sogar Siege erringen, meinte Al-Sawahiri in seiner im Internet verbreiteten Nachricht. Pakistan werde von einer korrupten Elite beherrscht, die „auf sklavische Weise“ US-Interessen diene, führte Al-Sawahiri weiter aus. DPA

Palästinenser schließen Büro von Al-Dschasira

Die Palästinensische Autonomiebehörde hat gestern das Büro des arabischen Nachrichtensenders Al-Dschasira in Ramallah schließen lassen. In einer Stellungnahme des Büros von Ministerpräsident Salam Fajad hieß es, der Grund sei Hetze gegen die Palästinenserbehörde von Präsident Mahmud Abbas und die Palästinensische Befreiungsorganisation (PLO). Al-Dschasira hatte am Montag über Vorwürfe berichtet, Abbas habe vor fünf Jahren mit dem ehemaligen israelischen Ministerpräsidenten Ariel Sharon ein Komplott zur Ermordung des früheren Palästinenserpräsidenten Jassir Arafat geschmiedet. Dies löste in der Autonomiebehörde einen Sturm der Entrüstung aus. DPA

Zelaya ruft zu Aufstand gegen Regierung auf

Der gestürzte honduranische Präsident Manuel Zelaya hat seine Anhänger zum Volksaufstand gegen die Interimsregierung aufgerufen. Das sei ein „konstitutionelles Recht“ der Honduraner gegen die nun vom Putschisten Roberto Micheletti geführte Regierung, sagte Zelaya in Guatemala. Streiks, Demonstrationen, Besetzungen von Gebäuden und Straßenblockaden seien notwendig, wenn in einem Land die demokratische Ordnung verletzt worden sei. Vergangene Woche war ein Dialog zwischen den Kontrahenten unter Vermittlung des costaricanischen Präsidenten Oscar Arias ohne Ergebnis geblieben. DPA