

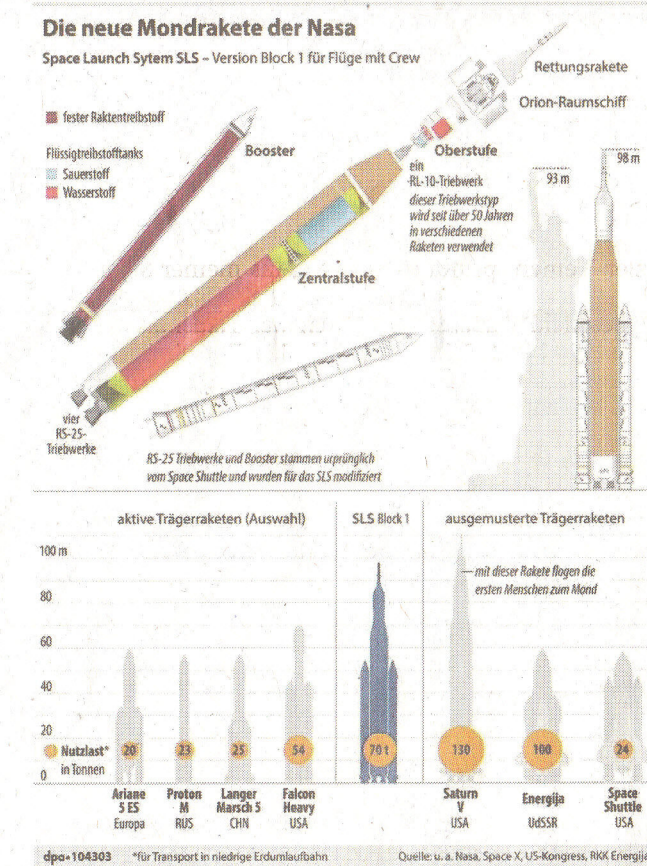


Rückkehr zum Mond

Die Nasa hat große Pläne für ihre bemannte Raumfahrt. Bislang zeigt sich die „Artemis“-Mission aber vor allem krisengeplagt. Jetzt soll ein unbemannter Bodentest klappen.

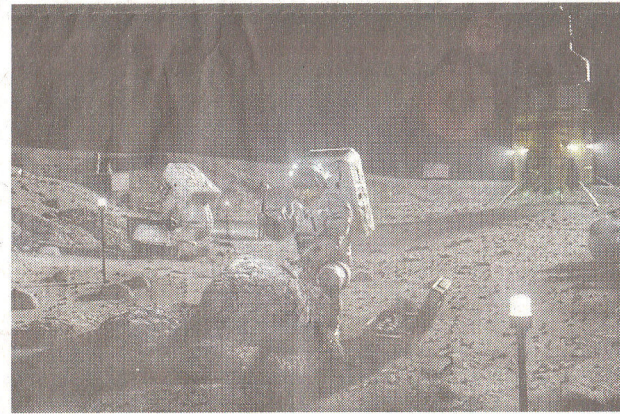
Washington – Fast genau 50 Jahre ist es her, dass zum bislang letzten Mal ein US-Astronaut auf dem Mond stand. „Wir gehen, wie wir gekommen sind, und so Gott es will, werden wir so auch wieder zurückkommen – mit Frieden und Hoffnung für die gesamte Menschheit“, sagte der 2017 gestorbene Nasa-Astronaut Eugene Cernan, bevor er im Dezember 1972 mit der „Apollo 17“-Mission den Erdtrabanten wieder verließ. Insgesamt zwölf Astronauten brachten die USA als bislang einziges Land mit den „Apollo“-Missionen zwischen 1969 und 1972 auf den Mond.

Mit dem „Artemis“-Programm, benannt nach der Göttin des Mondes und Zwillingsschwester des Gottes Apollo aus der griechischen Mythologie, will die US-Raumfahrtbehörde nun rund ein halbes Jahrhundert später die Vorhersage des bislang letzten Mond-Besuchers Cernan wahr werden lassen. US-Astronauten, darunter auch erstmals eine Frau und ein nicht-weißer Mensch, sollen zurück zum Mond. Auch ein Rover soll mit, und zudem sollen auf dem Mond und in dessen Umlaufbahn Außenposten entstehen. „Diese Elemente werden es unseren Robotern und Astronauten erlauben, sich mehr zu bewegen und mehr zu erforschen als je zuvor“, heißt es von der Nasa. Später soll



sogar der Mars als Ziel von Astronauten anvisiert werden. Der Auftakt von „Artemis“ verlief bislang allerdings alles andere als plangemäß. Entwicklung und Bau der Rakete „Space Launch System“ und der Kapsel „Orion“ dauerten länger und waren teurer als vorhergesehen. Ein erster unbemannter Bodentest des Systems musste im März auf dem Weltraumbahnhof Cape Canaveral im Bundesstaat Florida mehrfach wegen un-

terschiedlicher technischer Probleme abgebrochen werden. Jetzt hat die Nasa das Raketen-System für ein zweites sogenanntes „Wet Dress Rehearsal“, bei dem bis auf den eigentlichen Start alle Abläufe getestet werden sollen, erneut auf Cape Canaveral ausgerollt. Der Test ist nach Nasa-Angaben für diesen Samstag geplant. Ein echter Start soll frühestens im August erstmals getestet werden.



Einen Astronauten auf dem Mond zeigt diese Illustration. FOTO: NASA/DPA

Vorherige Pläne für eine Rückkehr der USA zum Mond waren ebenfalls krisengeplagt und letztendlich immer wieder gescheitert – an Kostenexplosionen, unterschiedlichen Prioritätensetzungen und anderen Problemen. Das vom früheren US-Präsidenten George W. Bush unterstützte „Constellation“-Programm, das bemannte Mondlandungen vorgesehen hatte, wurde von seinem Nachfolger Barack Obama wegen zu hoher Kosten wieder abgesägt.

Obama hatte den Fokus auf den Mars gelegt – sein Nachfolger Donald Trump schwenkte dann wieder auf den Mond um, mit dem Mars eher als langfristiges Ziel. Unter seiner Präsidentschaft kam die „Artemis“-Mission ins Spiel – auch, so sagen Beobachter, weil Trump sich US-Astronauten auf dem Mond noch während seiner Präsidentschaft gewünscht

hatte, um das als seinen Erfolg feiern zu können. Bis 2024 hatte die erste bemannte Mondlandung im Rahmen des „Artemis“-Programms ursprünglich stattfinden sollen, Trump wurde dann allerdings schon 2020 abgewählt.

Seltene Übereinstimmung der Präsidenten

In seltener Übereinstimmung behielt Nachfolger Joe Biden das Programm bei. Allerdings wurde schnell klar, dass der ursprüngliche Zeitplan nicht zu halten ist. „Das Ziel der Trump-Regierung, einer Landung von Menschen 2024, hat nicht auf technischer Machbarkeit gegründet“, sagte der von Biden ernannte Nasa-Chef Bill Nelson im vergangenen Jahr – und verschob die erste bemannte Landung auf frühestens 2025.

Bis dahin muss allerdings noch viel geklärt und getestet werden. Unter anderem wett-eifern derzeit die Raumfahrt-firmen SpaceX von Elon Musk und Blue Origin von Amazon-Gründer Jeff Bezos um den Auftrag, ein Mond-landegerät zu bauen. Vier Astronauten sollen mit „Orion“ in die Mondumlaufbahn gebracht werden, wo zwei von ihnen für den Endanflug zum Erdtrabanten dann auf dieses Landegerät umsteigen sollen.

Auch die Astronauten, die dabei sein sollen, sind noch nicht endgültig ausgewählt worden. Die Nasa gibt sich aber trotz aller Rückschläge und Krisen bei dem Projekt siegesicher und prophezeit auf der „Artemis“-Webseite: „Unser Erfolg wird die Welt verändern.“

Allerdings sind die USA mit ihren Mond-Plänen nicht allein. Auch China arbeitet daran, eigene Astronauten auf den Mond zu bringen. Mehrfach ist die Volksrepublik bereits mit Forschungsrobotern auf der Mondoberfläche gelandet und hat auch erfolgreich Mondgestein auf die Erde zurückgebracht. In den 2030er-Jahren, so heißt es in Berichten chinesischer Staatsmedien, soll in einem weiteren Schritt eine permanente Station auf dem Erdtrabanten entstehen. Die Forschungsstation könnte demnach gemeinsam mit Russland aufgebaut und betrieben werden.

WAS WÄRE, WENN ES DEN MOND NICHT GÄBE?

Jahreszeiten, Tageslänge, Temperatur: Ohne ihren Trabanten wäre die Erde „eine ganz andere Welt“

In einer mittleren Entfernung von etwa 384400 Kilometern umkreist er unsere Erde. Weil der Mond mit seiner extrem dünnen Atmosphäre Gase wie Sauerstoff nicht halten kann, ist Leben dort nicht möglich. Brauchen wir diesen natürlichen Satelliten eigentlich? Was wäre, wenn es den Mond gar nicht gäbe? „Die Erde wäre eine ganz andere Welt“, erklärt die US-Raumfahrtbehörde Nasa. Was das konkret heißt:

■ **Jahreszeiten:** Ohne den Mond würden sich die Jahreszeiten verändern. In Deutschland erleben wir Frühling, Sommer, Herbst und Winter, weil die Erdachse, um die sich der Planet dreht, im Vergleich zu seiner Bahn um die Sonne um

etwa 23,5 Grad geneigt ist. Blicke die stabilisierende Wirkung des Mondes aus, wäre es möglich, dass sich die Neigung stark ändert. Ein solches Szenario spielen die Royal Museums Greenwich in Großbritannien durch: Ohne Neigung gäbe es demnach keine Jahreszeiten mehr. Eine stärkere Neigung hingegen hätte Extremwetter zur Folge.

■ **Tageslänge:** Der Mond sorgt auch dafür, dass sich die Erde so schnell dreht, wie es aktuell der Fall ist. Würde er verschwinden, wäre unser Tag nicht mehr 24 Stunden lang, sondern würde nur noch zwischen 6 bis 12 Stunden dauern. Das hätte Konsequenzen für



Die Artemis-Rakete der Nasa mit dem Orion-Raumschiff an Bord auf dem Weg zur Startrampe. FOTO: DPA

unseren lebensnotwendigen Tag- und Nachtrhythmus. Würden die Tage kürzer, hätten wir deutlich

mehr davon in unserem Kalenderjahr – statt 365 wären es grob 1000.

■ **Gezeiten:** Der Mond spielt eine wichtige Rolle bei der Entstehung der Gezeiten in den Ozeanen. Ohne ihn würden Ebbe und Flut viel geringer ausfallen und etwa auf ein Drittel der bekannten Größe schrumpfen. Die Gezeiten sind wichtig etwa für das Leben in den Meeren. Sie sorgen für Bewegung, wodurch etwa Küstenökosysteme gedeihen können. Krabben, Muscheln, Seesterne und Schnecken sind auf die Gezeiten angewiesen.

■ **Temperatur:** Die Gezeiten tragen auch zur Stabilisierung des Erdkli-

mas bei. Meeresströmungen werden von ihnen angetrieben, die Wasser um den Globus verteilen und das globale Klima beeinflussen. Ohne diesen Einfluss könnten die Temperaturen auf der Erde extremer sein.

■ **Licht:** Ein fehlender Mond würde auch in der Tierwelt für Verwirrung sorgen. Raubtiere verlassen sich teilweise in der Nacht auf das Licht des von der Sonne angestrahlten Mondes. Ohne dieses könnte es manchem Jäger schwerer fallen, seine Beute zu entdecken. Ein Eingriff in diesen Kreislauf würde möglicherweise zum Aussterben bestimmter Raubtiere führen. **MARC FLEISCHMANN**

CHRONOLOGIE

Nach zwölf Männern nun eine Frau?

Rund 50 Jahre nach der ersten Mondlandung von Nasa-Astronauten wollen die USA wieder Menschen auf den Erdtrabanten bringen. Ein Blick in die Geschichte:

- **1957:** Mit „Sputnik 1“ schießt die Sowjetunion den ersten künstlichen Satelliten ins All. Bald darauf umkreist die Hündin „Laika“ an Bord von „Sputnik 2“ die Erde.
- **1961:** Der Russe Juri Gagarin ist der erste Mensch im All, als erster Amerikaner folgt Alan Shepard an Bord einer „Mercury“-Raumkapsel. US-Präsident John F. Kennedy kündigt an, schon bald werde ein Amerikaner auf dem Mond landen.
- **1963:** Als erste Frau wird die Russin Valentina Tereschkova ins All geschickt. Die Kosmonautin umrundet an Bord des Raumschiffs „Wostok 6“ die Erde 49 Mal.
- **1965:** Als erster Mensch schwebt der Russe Alexej Leonow zehn Minuten frei im All. An Bord von „Gemini IV“ unternimmt Edward White den ersten Weltraumspaziergang eines US-Astronauten.
- **1966:** Die sowjetische Mondfähre „Luna 9“ setzt auf dem Erdtrabanten auf. Es ist die erste kontrolliert abgebremste Landung auf dem Mond.
- **1968:** Als erste bemannte Mission startet „Apollo 8“ mit drei Astronauten an Bord und umrundet den Mond.



Sally Ride war im Jahr 1983 als erste Frau für die USA im All.

FOTO: NASA/DPA

- **Juli 1969:** „Apollo 11“-Kommandant Neil Armstrong (USA) setzt als erster Mensch seinen Fuß auf die Oberfläche des Mondes und schreibt Geschichte.
- **November 1969:** Wenige Monate später gelingt der Besatzung von „Apollo 12“ die zweite Landung. Diesmal betreten Charles Conrad und Alan Bean den Mond.
- **1971/72:** Vier Missionen folgen – bis im Dezember 1972 die Fähre von „Apollo 17“ als bislang letztes bemanntes Raumschiff den Mond erreicht. Insgesamt haben 12 Menschen den Mond betreten – jeder von ihnen ein männlicher, weißer US-Amerikaner.
- **1983:** Für die USA startet erstmals eine Frau ins All. Die 32-jährige Sally Ride ist Teil der fünfköpfigen Crew der US-Weltraumfähre „Challenger“. Inzwischen haben Dutzende Frauen vieler Nationen an Weltraummissionen teilgenommen – zuletzt die US-Astronautin Kayla Barron, die zusammen mit dem Deutschen Matthias Maurer an Bord der Weltraumstation ISS arbeitete.
- **2019:** Der damalige US-Vizepräsident Mike Pence kündigt an, dass die USA wieder Astronauten zum Mond schicken wollen. Das Zieldatum 2024 wurde auf 2025 verschoben.