

NASA mit neuen Plänen

Das Mondlandekonzept «2018»

Teil 2

Interessant auch der Wechsel beim Lagekontrolldüsen-Treibstoff von Stickstofftetroxid/UDMH-Hydrizin bei Apollo auf Aethylalkohol/Sauerstoff. Bei der ersten «weltraumtauglichen» Rakete vor 60 Jahren, der V2, war der Alkohol noch mit Wasser verdünnt und der Sauerstoff flüssig. Zwecks unbeschränkter Lagerfähigkeit führt man den Sauerstoff jetzt gasförmig in Drucktanks mit und den Alkohol rein für 24 solcher Kleintriebwerke à 45 kg (460 N) Schub. Der spezifische Impuls dieser Treibstoffkombination liegt bei 315 Sekunden, leicht besser als seinerzeit bei UDMH mit 312 Sekunden.

Der neue Mondlander bekommt Triebwerke mit Sauerstoff/Wasserstoff in der Unterstufe und erst gemäss vorläufiger Planung mit dem länger lagerfähigen Sauerstoff/Methan in der Oberstufe. Dies ergibt eine zusätzliche Leistungssteigerung gegenüber der einstigen mit UDMH. Zusammen mit der gewachsenen Masse können mit dem neuen «LEM» vier statt früher zwei Astronauten auf der Mondoberfläche absetzen. Als Landemotor auf dem Mond kommt das seit 40 Jahren bewährte RL-10-Triebwerk (H₂/O₂) aus den Centaur-Oberstufen erneut zu Ehren, allerdings eines mit drosselbarem Schub, wie das bei landenden Raumschiffen nötig wird.

CEV temporär ohne Crew

Eine wesentliche Neuerung ist das unpiotierte CEV im Mondorbit, während alle vier Crew-Mitglieder auf der Oberfläche landen können. Kein Astronaut braucht sich mehr dort oben allein zu langweilen. Hingegen kann man rein lunare Orbitalmissionen planen und bei diesem Flug z.B. einen unbemannten Mondlander als künftige Behausung für einen längeren Aufenthalt einer späteren Mannschaft voraus platzieren.

Das Service-Modul von Apollo musste nie länger als zwei Wochen im Ein-



CEV, Serviceteil und vergrößerter Mondlander im Orbit. Jetzt muss der Serviceteil nur noch einmal und dafür der Lander zweimal zünden; bei Apollo (1969–1972) war es umgekehrt.



Wiederaufstieg vom Mond mit modifiziertem Centaur-Motor, jetzt mit Methan statt Wasserstoff und Sauerstoff betrieben.

Im ersten Teil wurden die Pläne für neue Mondflüge vorgestellt, welche bis 2018–2020 zu erwarten sind. Zunächst ging es um die äusserst geschickt konzipierte Trennung von Passagier- und Frachttransport nach der vorläufigen Ausserbetriebnahme von voll flugfähigen Space Shuttles. Die neuen «Mondraketen» sind aber vollständig aus bewährten Komponenten zusammengesetzt, nur wird aus dem Orbiter neu ein robusteres «Crew Exploration Vehicle» (CEV), das an die Apollo-Kapsel erinnert, gleichzeitig den zuverlässigen Zugang zur Raumstation sicherstellt und wieder Mondflüge erlaubt.

Mondlandekonzept in Zahlen

Startmasse/Höhe der Frachtrakete	2900 t/109 m
Startmasse/Höhe des bemannten Transporters	800 t/88 m
Maximale Beschleunigung in den Erdborbit	4 g
Masse des CEV-Mannschaftsmoduls	9,2 t
Nutzlast der ISS-Version in Druckkabine max.	3,5 t
Nutzlast der ISS-Version bei Fracht	6 t
Besatzung ISS-Version	3–4
Besatzung Mond/Mars-Version	4–6
Masse des Servicemoduls betankt (ISS/Mondversion)	9 t/13,4 t
Zu leistende Geschwindigkeitsänderung bis Mondorbit	1100 m/s
Masse des Mondlanders am Anfang	32 t
Geschwindigkeitsänderung bis zur Landung	1800 m/s
Masse des bemannten Mondlanders auf der Oberfläche	21 t
Masse Mondlander-Frachtversion auf Mond	22–23 t
Mitgeführte Zweiplätzer-Mondrover	2
Aktionsradius um den Landeplatz	15–20 km

satz bleiben. Während dieser Zeit liefern H₂-O₂-Brennstoffzellen den elektrischen Strom in der benötigten Leistung von einigen Kilowatt. Brennstoffzellen sind (wie erst recht gewöhnliche Batterien) bei monatelangen Einsätzen nicht mehr optimal. Bei längerem Einsatz lohnen sich die zunächst schwereren Solarzellen, die während langer Zeit «gratis» Sonnenenergie umwandeln können. Daher bekommt das Service-Modul zwei rechteckige Solar-Panels. Jedes liefert 4,5 Kilowatt elektrische Leistung. Ein «diametraler» Unterschied zum Apollo-Konzept ist die Anordnung und Orientierung von Mondlander und CEV beim Einschuss in die Transferbahn zum Mond. Neu wird das CEV separat gestartet und nach der Ankunft im Erdborbit am Mondlander angekoppelt, der weiterhin mit der Transferstufe verbunden bleibt. Der Serviceteil des CEV muss bei der Ankunft nicht mehr zünden, erst wieder beim Rückschuss zur Erde. Der Mondlander bremst jetzt beide Teile in den Orbit.

Landungen auf den Polen

Während bei Apollo (aus himmelsmechanischen Beschränkungen) nur äquatornahe Landeplätze möglich waren, will man künftig auch an den Polen landen. Die grösseren Kapazitäten bei den kommenden Flügen lassen jetzt mehr Flexibilität zu. An gewissen Stellen der Pole herrscht rund um die Uhr Finsternis. Dort will man aber wegen den niedrigen Temperaturen vorläufig nicht landen oder Basen errichten. Derzeit geht die Planung von Orten aus, wo pro «Mondmonat» mindestens 20–30% der Zeit Sonnenschein herrscht. Dies wären sechs bis neun Tage.

Eine Verbesserung gibt es auch beim gewählten Landeprinzip der Kommandokapsel CEV nach deren Rückkehr zur Erde. Mit ihr wird man nicht mehr auf dem Wasser niedergehen wie bei Apollo, aber auch nicht auf einem explosiven «Raketenpolster» die letzten Meter Fallschirmabstieg abbremsen wie russische Kapseln. Stattdessen verlässt man sich nach den guten Erfahrungen bei Marslandungen auf Airbags. Der Hitzeschild wird im letzten Moment – wie bei den Marssonden – abgeworfen und muss selbst dann ersetzt werden, wenn man sich für eine Wiederverwendbarkeit des CEV entschliesst. Diese wird zwar nicht

angestrebt, aber auch nicht ausgeschlossen. Bei Landungen im Meer war wegen der Korrosion durch Salzwasser nie daran zu denken.

Wie bei Apollo sollen ebenfalls drei Hauptfallschirme den letzten Abstieg in ein nunmehr flaches Wüstengebiet im Südwesten der USA statt auf das Meer steuern. Zuvor wird die Sinkgeschwindigkeit erneut mit einem Stabilisierungs- und dann einem Trio von Vor-Fallschirmen bereits massiv gesenkt und damit die drei riesigen Fallschirme herausgezogen. Der quadratische Anstieg des Luftwiderstandes in Abhängigkeit zur Geschwindigkeit sorgt automatisch dafür, dass das CEV im Falle der Öffnung lediglich zweier der drei Fallschirme nur um 20 Prozent schneller herunterkommt. Dies wäre für die Crew unwesentlich härter beim Aufschlag und gilt als beträchtliche Steigerung der Sicherheit. Die Mannschaft von Apollo 15 landete 1971 dank dieser Eigenschaft mit nur zwei Fallschirmen problemlos. Das CEV soll schwimmfähig bleiben und bei Bedarf im Wasser landen können.

Der Grund für den Verzicht auf revolutionäre Konzepte war wohl doppelt: Zum einen möchte man alle technologischen Unsicherheiten (z.B. eine nukleare Transferstufe, welche den Pendelverkehr zwischen Erd- und Mondorbit einstufig und 100 % wieder verwendbar fliegen könnte) vorläufig ausschalten, und zum anderen hat die NASA wohl genug vom kontraproduktiven Prinzip der Wiederverwendbarkeit, das bei den zunächst geringen Flugraten weder nötig noch erwünscht ist. Es würde die Flexibilität bei der Definition des optimalen Konzeptes nur viel zu früh einengen.

Erprobte Technologie

Damit kann man Mondexpeditionen mit Raumschiffen und Transportmitteln erwarten, welche als Einzelteile bei den Apollo- und Shuttle-Flügen schon jahrelang erprobt worden sind. Später lassen sie sich sukzessive durch verbesserte Komponenten ersetzen. Die Kosten gehen drastisch zurück, und die vorläufige Planung von zwei jährlichen Missionen bleibt völlig im heutigen Budgetrahmen der NASA.

In den folgenden Jahren soll die Aufenthaltsdauer auf dem Mond und jene im Mondorbit bis auf ein halbes Jahr gesteigert werden, also gerade etwa die Zeit-

dauer, in welcher derzeit auch in der ISS die Mannschaften ausgewechselt werden. Damit lassen sich wertvolle Erfahrungen im Hinblick auf die später folgenden Marsflüge sammeln. Auch für den Aufbau der ersten Vorläufer einer «Mondindustrie», noch vor der ununterbrochenen Präsenz von Menschen auf dem Mond, sind monatelange Flüge wünschbar. Wenn es um die Erprobung von Anlagen zur Sauerstoffproduktion geht, dann führt dies abermals zu einer Steigerung der Aufenthaltsdauer. Ähnliches gilt für die Zeit, nachdem Eis unter den Mondpolen genutzt werden kann. Dann lassen sich nicht nur 85 %, sondern der gesamte Treibstoff für weitere Landungen vor Ort gewinnen, ohne Raumschiffe zum Betanken jedes Mal wieder zur Erde zurück zu bringen. Und beim Methan hat man bereits an den Mars gedacht...



Drei riesige Fallschirme wie bei Apollo – aber jetzt über Land!



Airbags von rund 3 m Dicke genügen auf der Erde nach einem Fallschirmabstieg für weiches Aufsetzen.