

# Unterwegs zum Mond

Von Alois Regl

Die drei letzten Flüge waren ein voller Erfolg: Apollo 8 (Mond-Umkreisung), Apollo 9 (Test in der Erdumlaufbahn) und Apollo 10 (Generalprobe in der Mondumlaufbahn). Man war nun bereit für den ersten Versuch. Apollo 11 sollte die Mondlandung als erste versuchen. Niemand rechnete ernsthaft damit, dass das auf Anhieb klappen würde. Es gab viel zu viele Unwägbarkeiten.

Sollte Apollo 11 die Landung nicht schaffen, wollte man gleich darauf Apollo 12 mit dieser Aufgabe betrauen. Würde auch das misslingen, stand noch Apollo 13 in den Startlöchern. Alle drei Missionen waren für 1969 eingeplant, womit der von Präsident Kennedy gesteckte Zeitrahmen („... vor Ende dieses Jahrzehnts ...“) mit hoher Wahrscheinlichkeit eingehalten werden könnte.

Die Zuversicht, das gesteckte Ziel erreichen zu können, war jedenfalls deutlich höher als kurz nach dem tödlichen Unfall durch das Feuer in der Kapsel von Apollo 1. Damals schien völlig klar, dass die Mondlandung vor 1970 nicht mehr gelingen würde. Doch die NASA und die beteiligten Firmen schafften eine unglaubliche Aufholjagd.

Noch während Apollo 10 Richtung Mond unterwegs war, am 20. Mai, brachte der Crawler-Transporter die fertig zusammengebaute, aber noch nicht aufgetankte Saturn V zu ihrem Startplatz in rund fünf Kilometern Entfernung.

Erst zwei Tage vor dem Start, am 14. Juli, flogen die drei Astronauten (Neil Armstrong, Edwin „Buzz“ Aldrin und Michael Collins) in ihren T38 Jets von Houston nach Florida.

Der 15. war eine Art Ruhetag. Es gab nur eine Pressekonferenz, und der Flugplan sowie die Startprozedur wurden ein letztes Mal durchgespielt.



*Der Start von Apollo 11 aus einer eher ungewöhnlichen Perspektive - aufgenommen vom oberen Ende der Startplattform. Ganz oben an der Saturn V ist der Rettungsturm zu sehen. Dabei handelt es sich um eine kleine Hilfsrakete, die im Falle eines Versagens der Saturn V die Kommandokapsel von dieser wegziehen und in sicherer Entfernung landen sollte. Kurz vor Erreichen der Erdumlaufbahn wird der Rettungsturm abgeworfen. Das System wurde wohl mehrfach getestet, aber alle waren froh, dass es nie gebraucht wurde.*

*Alle Bilder dieses Artikels: NASA*

## Go/Nogo

Gene Kranz war in seinem Element. Er war einer der „Flight Directors“, die von der Bodenkontrolle in Houston/Texas aus den Flug steuerten. Er fragte im Kontrollraum der Reihe nach die Verantwortlichen für die diversen Subsysteme ab, ob bei ihnen alles OK sei.

„Hydraulik?“ - „Go!“

„Navigation?“ - „Go!“

„Elektrik?“ - „Go!“

„Kommunikation?“ - „Go!“

... und noch mehrere andere Systeme.

Falls keine Probleme signalisiert wurden, gab er den Astronauten das „GO“ für die nächste Phase des Flugs, beispielsweise:

„Eleven, you are GO for TLI“ ([Apollo] elf, Freigabe zum Einschwenken Richtung Mond. TLI = Trans Lunar Injection)

Ein Apollo Flug war - beginnend mit dem Start - in 14 Abschnitte unterteilt, deren jeder eine solche Go/Nogo Entscheidung verlangte. Die jeweiligen Antworten wurden auch für alle sichtbar an der Wand des Kontrollraums dargestellt.

Bei einem „Nogo“ war ein vorher genau festgelegtes Abbruchszenario abzwickeln. Sollte beispielsweise sich das Mondlandefahrzeug nicht aus der Saturn V herausziehen lassen, dann müsste die Kapsel alleine den Mond umrunden und zur Erde zurückkehren (ähnlich wie bei Apollo 8).

Zusätzliche Go/Nogos gab es bei unerwarteten Situationen, wie sie gelegentlich auftraten. Beispiel: die Alarmmeldungen während des Abstiegs zum Mond („1201/1202“). Der Techniker, der einzuschätzen hatte, ob der Fehler problematisch wäre, gab ein „Go“ und Gene Kranz leitete dieses weiter an Armstrong und Aldrin. Ohne „Go!“ wären sie verpflichtet gewesen, die Landung abzubrechen.

# 25: Apollo 11 (Start)

## Es geht los

Die drei Astronauten verbrachten die letzte Nacht vor dem Start in eigens dafür gebauten Strandhütten. Sie wurden von der Umgebung abgeschottet, um sich einerseits erholen zu können und um sich nicht andererseits im letzten Moment eine Krankheit einzufangen, und sei es nur eine Verkühlung.

Um 04:15 Uhr Lokalzeit am 16. Juli 1969 wurden sie geweckt. Nach der Morgentoilette gab es ein ausgiebiges Frühstück, bestehend aus Steak mit Rührei, Toast, Orangensaft und Kaffee.

Eine gute Stunde später, um 05:35, begann die aufwändige Prozedur des Anlegens des Raumanzuges. Techniker waren dabei behilflich. Ein Raumanzug war aus Sicherheitsgründen nötig, obwohl kein Ausstieg aus der Apollo Kapsel geplant war. So waren die Astronauten auch im Falle eines Druckverlustes des CM noch geschützt.

Fast zwei Stunden später wurden sie mit einem kleinen Bus zum Startturm gebracht.

Die Saturn V war bereits vollgetankt und durchgecheckt. Die Ersatzcrew war schon vor Ort und hatte die 417 Punkte der „Pre-Flight Checklist“ abgearbeitet. Alle Schalter waren in der richtigen Position, alle Anzeigen waren geprüft. Um 06:45 betrat Neil Armstrong als Erster das Raumschiff, gefolgt von Michael Collins und Edwin Aldrin. Die Bedienungsmannschaft verriegelte die Luke von außen. Apollo 11 war bereit.

Trotz der Vorbereitung des „Command Module“ (CM), also der Apollo Kapsel überprüften die drei Astronauten als erstes nochmals alle Schalterstellungen.

Parallel dazu wurde die Saturn V auf den Start vorbereitet. Die Tanks wurden unter Druck gesetzt, die Zugangsbrücken weggezogen.



Neil Armstrong (rechts) beim „suit-up“, dem Anlegen des Raumanzuges. Der schwarze Schlauch in der Bildmitte führt zu einem kleinen Koffer, der anschließend die Versorgung mit Sauerstoff übernahm.



Dieser Koffer ist hier zu sehen, wie ihn Neil Armstrong auf dem Weg zur Apollo Kapsel trägt. Das Bild stammt von der obersten Zugangsbrücke zur Saturn V.

Der Kontrollraum („firing room“) im „Launch Control Center“ auf Cape Kennedy, wenige Sekunden, nachdem die Saturn V den Startturm verlassen hatte. Alle standen auf und drehten sich um, um durch die Fenster auf der Rückseite dem Flug der Saturn V zuzusehen. Sie hatten nichts mehr zu tun, da die Kontrolle über diesen Flug gerade an das Raumfahrtzentrum in Houston (Texas) übergegangen war.

Im Kontrollraum waren 471 Personen beschäftigt, teils von der NASA, teils von den Firmen, die die einzelnen Stufen der Saturn V herstellten. In einem Nebenraum stand der Computer. Dieser und der Kontrollraum selbst waren ein Stockwerk tiefer nochmals vorhanden. Man konnte im laufenden Betrieb umschalten, falls es Probleme geben sollte.

Der finale Test der Mondfahrzeuge (Kommandomodul und Landefahrzeug) wurde von einem Computer in einem anderen Gebäude durchgeführt. Der Prozess war vollautomatisch. Pro Sekunde wurden 24.000 Messwerte von den beiden Raumfahrzeugen verarbeitet.



# 16. Juli 1969

## Der Start

Dreißig Sekunden vor dem Start waren die Aufgaben für die Astronauten beendet. Jetzt hatten sie nur noch zu warten und bei eventuellen Anomalien die Abbruch-Entscheidung zu treffen.

*„T minus 15, die Steuerung ist jetzt intern, ...*

*... 12, 11, 10, 9, Zündsequenz ist gestartet...*

*... 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0 ... alle Triebwerke laufen ... Die Rakete hebt ab! Wir heben ab, um 09:32 Uhr.*

*Apollo 11 hebt ab ... sie verlässt den Startturm!“*

Mit dem bereits bekannten Donnern, Röhren und Prasseln hob die Saturn V ab. Sie hinterließ eine riesige Wolke aus Wasserdampf.

## Zuschauerrekord

Der Start von Apollo 11 zog rund eine Million Besucher auf Cape Kennedy. Alle Straßen waren verstopft, sämtliche Hotels ausgebucht, die Strände voller Menschen und der „Banana River“ voller Boote.

Auch die Liste der VIPs konnte sich sehen lassen: Sie umfasste 7.000 Namen. Darunter waren der Vizepräsident der USA, Spiro Agnew, sowie der frühere Präsident Lyndon B. Johnson und auch Stars der Unterhaltungsbranche, wie zB Johnny Carson, ein bekannte Showmaster.

69 Botschafter, 100 ausländische Wissenschaftsminister, 19 Gouverneure amerikanischer Bundesstaaten und 275 Mitglieder des Top Managements amerikanischer Firmen.

Insgesamt 3.497 Akkreditierungen für Journalisten aus 57 Nationen wurden ausgestellt.

Aus dem Space Flight Center in Huntsville, wo die Saturn V entwickelt worden war, kamen 10.000 Leute angereist, mit Bussen, Wohnwägen und Flugzeugen. Sie alle wollten ihr „Baby“ fliegen sehen.

## Erdumlaufbahn

Nach nicht einmal drei Minuten war der Treibstoffvorrat der ersten Stufe verbraucht. Die Rakete hatte da bereits eine Geschwindigkeit von fast 10.000 km/h und eine Höhe von knapp 70 km erreicht.

Die ausgebrannte erste Stufe wurde abgeworfen. Sie fiel sechs Minuten später in den Atlantik. Die zweite und dritte Stufe brachten das Mondfahrzeug schließlich in eine Umlaufbahn um die Erde. Auch die zweite Stufe wurde abgeworfen, die dritte jedoch (noch) nicht. Sie würde noch gebraucht werden, um die Astronauten Richtung Mond zu bringen.

Kurz vor dem Einschwenken in die Umlaufbahn wurde auch der Rettungsturm samt der Schutzhülle um die Kapsel abgeworfen. Die Astronauten hatten jetzt freien Blick durch ihre fünf Fenster. Sie sahen, wie sich der Horizont auf und ab bewegte. Das Steuerungssystem war auf der Suche nach der richtigen Ausrichtung für die letzte Zündung Richtung Umlaufbahn.

*Michael Collins in der Kommandokapsel. Das Bild vermittelt etwas von der Enge, der die Astronauten mehr als eine Woche lang ausgesetzt waren. Die Aufnahme stammt vom Training für Apollo 11.*



## Ab Richtung Mond!

Die Zwischenstation in der Erdumlaufbahn wurde benötigt, um alle Systeme nochmals zu checken.

Zunächst konnten sie ihre Helme und Handschuhe ablegen, die aus Sicherheitsgründen während des Starts zu tragen waren. Die nächsten zweieinhalb Stunden waren dicht gepackt mit Checklisten, Tests, Kontrolle der Navigation usw. Die Bodenkontrolle gab dann das OK für das Verlassen der Erdumlaufbahn:

*„Apollo 11, this is Houston, you are GO for TLI“*

*(sh. Kasten oben)*

Das Triebwerk der dritten Stufe wurde nochmals für knapp sechs Minuten gezündet. Es beschleunigte Apollo 11 auf fast 40.000 km/h - genug, um der Anziehungskraft der Erde zu entkommen. Apollo 11 war jetzt unterwegs zum Mond.

Während des Flugs war noch ein heikles Manöver zu absolvieren: Das CM (Command Module) musste das LM (Lunar Module) aus dem Gehäuse oberhalb der dritten Stufe herausziehen.

## Der Countdown

Das Herunterzählen (= wörtlich für Countdown) der Minuten und Sekunden vor dem Start begann bereits am 10. Juli, mit „T minus 93 Stunden“.

Der Countdown ist so etwas wie eine Zeitleiste, entlang der die einzelnen Aktivitäten für die Vorbereitung des Starts aufgereiht werden. Nullpunkt ist dabei das Lösen der Halteklammern der Saturn V, also das eigentliche Abheben vom Startturm.

Beispielsweise wird bei „T minus fünf [Minuten]“ die obere der Zutrittsbrücken zurückgeschwenkt.

Wenn es ein Problem gibt, das vor Ort geklärt oder behoben werden kann, wird der Countdown angehalten, bis es behoben ist.

Da es immer wieder kleinere, wenig zeitkritische Dinge zu lösen gibt, sind im Countdown mehrere Pausen eingebaut, an denen nicht weitergezählt wird, sozusagen als Puffer. Daher begann der Countdown für Apollo 11 auch bereits ca. 150 Stunden vor dem Start, aber mit „T-93“. Sollte alles glatt laufen, wird an den Pausen einfach gewartet. Der Start wird also in solchen Fällen nicht vorverlegt. Die letzten Sekunden vor Null werden traditionell laut mitgezählt. Das führt zum bekannten „... vier - drei - zwei - eins - null!“

Zum ersten Mal fand ein Countdown übrigens 1929 im Stummfilm „Frau im Mond“ von Fritz Lang statt. Lang versuchte mit dem Herunterzählen die Spannung für das Publikum zu erhöhen. Er meinte, wenn man hinaufzählen würde, wüsste das Publikum nicht, wann der Start erfolgen würde. Später wurde diese Idee von allen Raumfahrtnationen übernommen.

Lang wurde deswegen auch später von der NASA als Ehrengast zu einem Raumfahrtsymposium eingeladen.

## Die Crew von Apollo 11



### Neil Armstrong LM Commander

\* 5.8.1930 in Ohio  
† 25.8.2012

Armstrong lernte bei der US Navy fliegen und nahm am Krieg in Korea teil, wo er viele Kampfeinsätze flog. Nach einem Masterstudium in Raumfahrt-Engineering kam er zur NASA als Testpilot, wo er unter anderem die Raketenflugzeuge X-1B und X-15 pilotierte. 1962 wurde er in die zweite Astronautengruppe aufgenommen. Seine „Feuertaufe“ erhielt er beim Flug von Gemini VIII, wo er mit einer Notlandung den Flug vor einer Katastrophe gerettet hatte.

### Michael Collins CM Pilot

\* 31.10.1930 in Rom/Italien

Collins erhielt eine militärische Ausbildung in West Point. Von dort ging er als Testpilot zur Edwards Air Force Base (Kalifornien). Seine Spezialität war die Stabilität von Kampfflugzeugen.

Er kam als Mitglied der dritten Astronautengruppe zur NASA. Seinen ersten Raumflug absolvierte er mit Gemini X. Sein Außenbordeinsatz war von technischen Problemen geplagt. Der zweite Versuch funktionierete jedoch reibungslos.

### Edwin „Buzz“ Aldrin LM Pilot

\* 20.1.1930 in New Jersey

Auch Aldrin war ein „West Pointer“. Nach dem Ende der dortigen Ausbildung diente er im Koreakrieg und machte anschließend ein Doktorat in Astronautik am berühmten MIT (Massachusetts Institute of Technology). Seine Doktorarbeit handelte von Navigations-Techniken im Weltraum, was ihm im Astronautenkorps den Spitznamen „Mr. Rendezvous“ eintrug. Aldrin kam zur NASA als Mitglied der dritten Astronautengruppe und flog mit Gemini XII.

## Der „CapCom“

CapCom steht für das unhandliche „Capsule Communicator“.

Die Frage war, wer durfte während des Flugs mit den Astronauten über Funk sprechen. Würde man dies mehreren oder gar allen Leuten im Kontrollzentrum erlauben, wäre ein totales Durcheinander wohl vorprogrammiert, speziell in stressigen Situationen.

Man wählte eine simple Lösung: nur eine einzige Person - der CapCom - durfte mit Apollo 11 sprechen. Jede Information für die Astronauten, jede Frage an sie wurde an den CapCom gerichtet, der sie an die Astronauten weitergab und deren Antwort zurück meldete.

Als CapCom wurden ausschließlich trainierte Astronauten eingesetzt. Damit stellt man sicher, dass sie das von Abkürzungen und technischen Ausdrücken durchsetzte Gespräch auch verstanden und richtig weiter gaben.

Der Name „Cap...“ für Kapsel stammt noch aus der Zeit des Mercury Projekts. Die Apollo Astronauten mochten diese Bezeichnung nicht, sie flogen schließlich in einem Raumschiff, nicht in einer „Kapsel“. Aber der Name hielt sich bis heute.

## Das LM wird befreit

Michael Collins, der Pilot des CSM, koppelte dazu zunächst ab und entfernte sich auf ca. 25 Meter. Dann drehte er es um 180°. Die Schutzülle des LM wurde abgesprengt. Danach näherte sich Collins mit dem CSM langsam dem LM, dockte an und zog das LM aus der Halterung heraus. Mit einer kurzen, drei Sekunden langen Zündung entfernte er sich von der nun nutzlosen dritten Stufe. Diese wurde mit ihrem restlichen Treibstoff ein letztes Mal gezündet und dicht am Mond vorbei in eine Umlaufbahn um die Sonne geschickt.

## Annäherung

Die dritte Stufe hatte Apollo 11 in eine langgezogene Ellipse gebracht, deren entferntester Punkt gerade hinter dem Mond war. Die Geschwindigkeit sank stetig - die Erde versuchte sich Apollo 11 zurückzuholen. Erst in der Nähe des Mondes gewann dessen Schwerkraft die Oberhand und das Raumfahrzeug beschleunigte wieder. Drei Tage lang blieb nicht viel zu tun. Die Astronauten versetzten ihr Schiff in eine Drehung um die Längsachse, um eine gleichmäßige Aufheizung durch die Sonne sicherzustellen.

## Ankunft am Mond

Um in eine Umlaufbahn um den Mond einzuschwenken, musste das Triebwerk des CSM *hinter* dem Mond gegen die Flugrichtung gezündet werden. Gelänge das nicht, würde Apollo 11 wieder zur Erde zurückkehren.

*„Apollo 11, Houston hier. Alles schaut gut aus. ... Wir sehen uns wieder auf der anderen Seite!“*

In Houston wurden viele Daumen gedrückt, aber Apollo 11 meldete sich genau zum richtigen Zeitpunkt:

*„Apollo 11, hört ihr uns?“  
„Wir hören euch. Die Zündung war - perfekt!“*

## Abstiegsvorbereitung

Drei Mondumrundungen später war eine leicht elliptische Umlaufbahn in einer Höhe von 100 Kilometer über dem Mond erreicht. Die Astronauten öffneten den Durchstieg zu „Eagle“, der Mondlandefähre, und bereiteten dort alles für den Abstieg zum Mond vor. Aber bevor es so weit war ...

Houston: *„das war jetzt ein wenig viel für den Abend. Wir sind bereit, ins Bett zu gehen und ein wenig zu schlafen.“*

Aldrin: *„Yeah, ich denke, wir machen jetzt am besten das Gleiche.“*