

# Apollo 13

## Odyssee im Weltraum

*Vor einem halben Jahrhundert hielt die Welt den Atem an, denn für vier Tage kämpfte die dreiköpfige Crew des Mondflugs Apollo 13 um ihr nacktes Überleben. Warum aus diesem Raumflug dennoch ein »erfolgreicher Fehlschlag« wurde, erfahren Sie in diesem Bericht.*

Von Eugen Reichl

**I**m April 1970 sorgte ein besonderes Raumfahrt-drama für Schlagzeilen und Fernsehberichte rund um die Uhr: Der Flug von Apollo 13, bei dem die dritte Mondlandung im Rahmen des Apollo-Programms geplant war. Aber es sollte drastisch anders kommen. Die drei Astronauten an Bord der Raumkapsel sahen sich von einem Augenblick auf den

anderen mit massiven Problemen konfrontiert. Vier Tage lang stand ihr Überleben auf Messers Schneide. Aber wie war es dazu gekommen? Zunächst blicken wir ans Ende der 1960er Jahre zurück, in die Zeit, als die US-Raumfahrtbehörde NASA gerade ihre größten Triumphe feierte.

Am 31. Dezember 1969 lief die von John F. Kennedy gesetzte Frist ab, denn im Jahr 1961 hatte der US-Präsident seine Nation dazu verpflichtet, noch vor dem Ende des Jahrzehnts einen Menschen zum Mond und sicher wieder zur Erde zurück zu bringen. Anfang 1969 sah die Sache gut aus. Nach dem Erfolg von Apollo 8 im Dezember 1968 stand die Planung für die Einsätze des Jahres 1969 fest. Apollo 9 im März war als zehntägige Erdorbitmission geplant, bei der erstmals die Mondfähre im bemannten Flug getestet werden sollte. Apollo 10 sollte das im Mai wiederholen, allerdings jetzt in der Mondumlaufbahn. Würden die Flüge von Apollo 9 und 10 nach Plan verlaufen, und nur dann, wollte die NASA mit Apollo 11 einen ersten Landeversuch wagen. Da die NASA die Chan-

### IN KÜRZE

- Apollo 13 sollte die dritte Mondlandung im Apollo-Programm werden.
- Eine Explosion im Sauerstofftank legte die Energieversorgung und die Lebenserhaltung in der Raumkapsel lahm, eine Mondlandung war unmöglich.
- Nur mit viel Improvisation und der Unterstützung durch die Bodenstation konnte das Leben der drei Astronauten gerettet werden.



Fünf Stunden vor ihrer glücklichen Rückkehr zur Erde trennten die drei Astronauten das beschädigte Service-Modul ab (oben). Darunter ist der Mond zu sehen. Das Bild wurde von der noch angekoppelten Mondfähre Aquarius aufgenommen. Im Vordergrund unten befindet sich die Raumkapsel Odyssey. Ein Detailbild der Schäden am Service-Modul zeigen wir auf S. 32.



NASA

**Nur drei Tage vor dem Abheben von Apollo 13 wurde dieses Crew-Porträt aufgenommen, das den Astronauten Jack Swigert in der Bildmitte zeigt. Er war kurzfristig für den scheinbar erkrankten Astronauten Ken Mattingly eingesprungen. Links von ihm sitzt Fred Haise, zur Rechten James Lovell.**

**Apollo 13 hob am 11. April 1970 von der Startrampe 39A im Kennedy Space Center der NASA in Florida ab. Noch deutete nichts auf die schweren Probleme hin, die diese Mission plagen würden.**

cen für einen Erfolg als nicht besonders hoch einschätzte, hatte sie für September und November 1969 noch die Missionen Apollo 12 und 13 eingeplant. Damit waren zwei Reservetermine verfügbar, um Kennedys Ziel noch rechtzeitig zu schaffen.

Die Crews für diese drei Landemissionen standen NASA-intern Anfang des Jahres 1969 fest; Chefastronaut Deke Slayton hatte sie schon vor einer Weile ausgewählt. Slayton pflegte die Nominierungen seiner Besatzungen aber erst etwa fünf Monate vor dem aktuellen Flug bekannt zu geben. Er wollte damit den Medienrummel kleinhalten, denn das Training der Astronauten sollte nicht gestört werden.

Um den Jahreswechsel 1968/69 konnte noch niemand ahnen, dass Apollo 11 im Juli erfolgreich sein würde. Aus diesem Grund trainierte die Crew von Apollo 12, Charles Conrad, Alan Bean und Richard Gordon, so ziemlich den gleichen Missionsablauf wie Neil Armstrong, Buzz Aldrin und Michael Collins. Der einzige Unterschied bestand darin, dass die Conrad-Crew für die Landung an der alternativen Landestelle im Oceanus Procellarum übte. Als Apollo 11 Ende Juli erfolgreich vom Mond zurückkehrte, und damit der Zeitdruck vom Programm genommen war, wurde Apollo 12 vom September in den November verschoben

und die Mission von Apollo 13 von November 1969 auf März 1970.

Apollo 12 im November 1969 war ein voller Erfolg. Die Landegenauigkeit war dramatisch verbessert. Die geologische Felderkundung auf dem Mond schien leicht vonstattenzugehen. Denn es gab keine unerwarteten Schwierigkeiten, und die beiden Astronauten hatten auf dem Mond auch nicht annähernd ihre mitgeführten Vorräte aufgebraucht. Conrad und Bean sammelten 34 Kilogramm Gestein und dokumentierten das meiste davon gut. Die Experimente, die sie hinterlassen hatten, sorgten für einen stetigen Strom an Informationen, und die Kommunikation zwischen den Astronauten auf dem Mond und den Wissenschaftlern in Houston funktionierte fast perfekt. Apollo 12, so die damalige Ansicht, war ein zuverlässiger Indikator dafür, was man in den – nach damaliger Planung – acht noch ausstehenden Mondflügen erwarten konnte.

### Die Monate vor dem Flug

Im Rückblick ist der entscheidende Bruch im Apollo-Programm in der Periode vom November 1969 bis April 1970 anzusiedeln. Es begann mit zahlreichen personellen Änderungen. NASA-Administrator Thomas Paine zog Programmmanager George Low



NASA

von Apollo ab und machte ihn zu seinem Stellvertreter. George Mueller, der Leiter des Bereichs für bemannte Raumflüge, erklärte von sich aus seinen Rücktritt. Die Luftwaffe zog den Apollo-Chef General Samuel Philipps ab, und übergab ihm das Kommando der Space and Missile Systems Organisation. Seine Stelle nahm Rocco Petrone ein, der bisher Startdirektor am Kennedy Space Center gewesen war. Der Astronaut James McDivitt wurde zum Chef des Apollo-Projektbüros gemacht. Flugdirektor Christopher Kraft folgte Robert Gilruth als Direktor des Manned Spaceflight Center im texanischen Houston, und so ging es immer weiter. Wochenlang drehte sich das Personalkarussell.

Dazu kam, dass sich die Öffentlichkeit nach dem erfolgreichen Flug von Apollo 12 zu langweilen begann. Die Mondflüge schienen zur Routine zu werden. Mit dem Schwinden des öffentlichen Interesses an Apollo gingen auch die Finanzaussagen für die NASA in den Keller. Das letzte Budget des im Jahr 1969 scheidenden Präsidenten Lyndon B. Johnson, herausgegeben im Januar 1969, hätte noch die weitere Produktion von Raumschiffen und Raketen ermöglicht. Sein Nachfolger Richard Nixon machte diesen Plan zunichte und reduzierte Johnsons Ansatz. Damit war es

- ✓ **Für Einsteiger und Fortgeschrittene:** Astro-Kameras für Autoguiding, Deep-Sky- und Planetenfotografie
- ✓ **Hochempfindliche CMOS Sensoren:** Hohe Quanteneffizienz und niedriges Ausleserauschen – für saubere Astrofotos
- ✓ **Große Auswahl:** Ob Mono- oder Farbkamera, finden Sie die ideale Pixel- und Sensorgröße für Ihr Teleskop
- ✓ **INDI und ASCOM kompatibel:** Steuern Sie die Kamera mit der Aufnahmesoftware Ihrer Wahl



Preis ab  
**159€**

Art. Nr. 61032

## GUIDE

Art. Nr. 61031 – 61036  
AR0130, IMX290

- ✓ **Kompakter Autoguider:** Die ideale Ergänzung zur Deep-Sky-Kamera

- ✓ **Unkompliziertes Autoguiden ohne Kopfschmerzen:** Dank ST4-Port und PHD2-Kompatibilität

- ✓ **Durchdachte Form:** Aufgrund des kompakten 1,25" Okularformats passt das robuste Gehäuse aus eloxiertem Aluminium an jedes Teleskop

- ✓ **Schließen Sie beliebiges Zubehör an:** Mitgelieferte Adapter bieten CS- & C-Mount sowie 1,25" Filtergewinde. Ob astronomische Filter, CCTV-Objektive oder Mini-Guidescope – alles passt!



Preis ab  
**299€**

Art. Nr. 61037

## veLOX

Art. Nr. 61037 – 61044  
IMX178, IMX385, IMX224, IMX290, IMX287

- ✓ **Planetenfotografie auf Profi-Level:** USB3.0 und die innovative Region-Of-Interest Funktion sorgen für superschnelle Bildraten – frieren Sie das Seeing ein!



Preis ab  
**899€**

Art. Nr. 61045

## veTEC

Art. Nr. 61045, 63068 – 63070  
MN34230, IMX432

- ✓ **Große Sensoren:** Weiträumige Bildfelder für atemberaubende Deep-Sky-Aufnahmen

- ✓ **Thermoelektrische Kühlung:** Minimales thermisches Rauschen und absolute Kontrolle über die Sensortemperatur

- ✓ **Weder Kondensation noch Vereisung:** Durch Anti-Tau-Heizung und wiederaufladbare Trockenmittelpatrone

- ✓ **USB-Hub:** Zwei USB-Anschlüsse für Autoguider, Filterrad oder Fokusbildmotor. Astrofotografie ohne Kabelsalat!



ASCOM & INDI kompatibel



Empfohlen für PHD2 & N.I.N.A.



Erhältlich bei

nun nicht mehr möglich, die Produktion der Apollo-Mondschiffe und der Saturn-V-Trägerraketen aufrechtzuerhalten. Aber das war noch nicht das Ende der Fahnenstange, denn der Kongress kürzte das Budget noch einmal. Die Auswirkungen auf das Programm waren katastrophal.

Am 4. Januar 1970 gab George Low bekannt, dass man die Mission von Apollo 20 streichen müsse. Die sieben verbliebenen Flüge sollten bis in das Jahr 1974 hinein gestreckt werden. Vier sollten im Zeitraum 1970 bis 1971 geflogen werden. Danach würden die Mondflüge für die Dauer des Skylab-Programms ausgesetzt. Die drei letzten Starts sollten dann im Zeitraum 1973 bis 1974 erfolgen. Low dementierte aber entschieden die Gerüchte, dass insgesamt drei Mondlandungen gestrichen werden sollten. Nur zehn Tage später gab Paine bekannt, dass man die Produktion der Saturn V nach der 15. Einheit für unbestimmte Zeit einstellen müsse. Es zeichnete sich ab, dass von den damals 190000 Mitarbeitern der NASA mindestens 50000 entlassen werden mussten.

Die Crew von Apollo 13, James Lovell, Ken Mattingly und Fred Haise und die Ersatzmannschaft mit John Young, Jack Swigert und Charlie Duke bekamen die desolante Stimmung natürlich mit. Aber sie waren zu sehr mit ihren Vorbereitungen beschäftigt, um sich allzu große Gedanken darüber zu machen. Ihre Saturn V war schon am 15. Dezember 1969 zur Startanlage 39A gerollt worden. Zu diesem Zeitpunkt ging man noch davon aus, dass die Mission am 12. März 1970 beginnen sollte. Am 8. Januar entschied aber das NASA-Hauptquartier, den Start auf den 11. April zu verlegen, um mehr Vorbereitungszeit zu gewinnen.

Das Zielgebiet für Apollo 13 war eine Region, die sich nur 180 Kilometer östlich der Landestelle von Apollo 12 befand, unweit des rund 95 Kilometer großen Einschlagkraters Fra Mauro (siehe SuW 7/2019, S. 40). Die primäre Aufgabe der Mission bestand in einer geologischen Felderkundung dieses Geländes. Die Planetenforscher nahmen an, dass sie aus Material bestand, das bei der Bildung des riesigen Einschlagbeckens Mare Imbrium herausgeschleudert worden war. Mit den dort gewonnenen Proben wollten die Geologen versuchen, den Zeitrahmen der so genannten »Imbrischen Periode«, die Zeit der Mare-Bildung durch gigantische Asteroideneinschläge auf dem Mond vor etwa vier Milliarden Jahren, abzustecken.

## Die Jagd nach der Ursache

Schon Stunden nach der Explosion an Bord von Apollo 13 begann eine fieberhafte Suche nach der Ursache des lebensbedrohenden Fehlers. Dafür wurde die umfangreiche technische Dokumentation der Bauteile dieses Mondflugs akribisch durchforstet, und detaillierte Bodentests brachten Licht ins Dunkel. Schon bald hatte sich herausgestellt, dass die Ursache der Explosion in einem der Sauerstofftanks lag; fehlerhafte Isolierungen führten zu Funkenflug im Tank. So zeigten Schalter in den Nachstellungen des Unglücks am Boden verschmorte Kontakte, und bei einem Test brannte die Teflonisolierung eines Kabels in flüssigem Sauerstoff lichterloh (siehe Bilder unten). Mit einem Bodenmodell des Service-Moduls in halber Größe wurde dann in einer riesigen Vaku-



Die Vorbereitungen für die Mission verliefen im Februar und im März zunächst weitgehend problemlos. Sieben Tage vor dem Start steckte sich jedoch Charlie Duke, der Mondfährenpilot der Ersatzmannschaft, bei einem seiner Kinder mit Masern an. Damit übertrug er die Keime potenziell auch an seine Kameraden von der Primärmannschaft, da beide Crews eng zusammenarbeiteten. Es stellte sich heraus, dass von allen sechs Crewmitgliedern nur Mattingly als Kind noch keine Masern gehabt hatte, und deshalb nicht dagegen immun war. Die Flugärzte bestanden darauf, dass Mattingly die Mission nicht fliegen durfte. Nur drei Tage vor dem Start übernahm deshalb Jack Swigert aus der Reservecrew den Job von Ken Mattingly, der zu seiner grenzenlosen Enttäuschung zurückbleiben musste (siehe Bild S. 26 links).

### Der Flug beginnt

Apollo 13 hob am 11. April planmäßig um 14:13 Uhr Ortszeit ab. Während der Brennzeit der zweiten Stufe trat erneut das alte Problem der Saturn V auf: Pogo-Schwingungen, das heißt, die Rakete streckte sich und schrumpfte periodisch in der Längsachse durch den Treibstoffverbrauch und

erzeugte dabei starke Vibrationen. Sie erreichten eine Stärke, die dreimal so hoch war wie die maximal zulässigen Werte. Wegen der heftigen Pogo-Schwingungen schaltete sich das mittlere der fünf Triebwerke zwei Minuten zu früh ab. Die zweite und danach auch die dritte Stufe konnten das aber durch verlängerte Triebwerkslaufzeiten ausgleichen, so dass sich daraus für den anfänglichen Flugverlauf keine Probleme ergaben. Bei den nachfolgenden Saturn-V-Raketen waren dann bessere Anti-Pogo-Vorrichtungen an Bord, wie zum Beispiel ein Heliumdruckspeicher für das zentrale Triebwerk und vereinfachte Ventile. Der Start mit einer Saturn V blieb dennoch für die Besatzungen stets eine äußerst ruppige Angelegenheit.

### »Houston, wir haben ein Problem ...«

Der Einschuss in die Mondbahn und die ersten beiden Flugtage verliefen planmäßig. Bei einer Flugzeit von 30 Stunden und 19 Minuten führte die Crew das vorgesehene Kurskorrekturmanöver durch, mit dem Apollo 13 die freie Rückkehrbahn zur Erde verließ. Auf dieser Bahn wäre die Raumkapsel mit dem bedeutungsvollen Namen Odyssee um den Mond herum-

umkammer auch rekonstruiert, wie es dazu kam, dass ein ganzes Paneel der Verkleidung davonflog. Es stellte sich heraus, dass der aus dem beschädigten Tank austretende Sauerstoff im Inneren des Moduls einen so hohen Druck aufbaute, dass die Verkleidung schließlich abriss und davonflog (siehe Bilder unten). Tatsächlich

gelang es der NASA innerhalb von acht Monaten, die Fehler bei den nachfolgenden Missionen zu vermeiden, so dass im Januar 1971 die Mission Apollo 14 erfolgreich zum Mond fliegen konnte, um die für Apollo 13 geplanten Arbeiten in Fra Mauro doch noch durchzuführen.



NASA

geflogen und durch dessen Schwerkraft ohne Schubmanöver wieder zurück zur Erde gelenkt worden.

Bei einer Flugzeit von 55 Stunden und 53 Minuten nach dem Abheben ordnete Mission Control in Houston an, den Rotor zu aktivieren, der den flüssigen Sauerstoff und Wasserstoff für die Brennstoffzellen gelegentlich mischte, um eine ungleichmäßige Temperaturverteilung zu verhindern. Genau 93 Sekunden später hörten die drei Astronauten einen lauten Knall, gefolgt von starken Spannungsschwankungen in der Stromversorgung und dem Feuern der Lageregelungstriebwerke. Im ersten Moment vermuteten sie, einen Meteoritentreffer abbekommen zu haben. Die Crew konnte sich die Ereignisse nicht erklären. Sie hatten den lauten Knall bemerkt, die Richtungsänderungen, die das Lageregelungssystem auszugleichen versuchte, und große Mengen an Gas, das in den Weltraum hinausströmte. Das war die Stelle, an der sich Jack Swigert bei Mission Control meldete und sagte: »Houston, wir hatten da gerade ein Problem«. Darauf fragte der Sprecher der Missionskontrolle, der Capsule Communicator oder CapCom Jack Lousma, verblüfft zurück: »Könnt ihr das nochmal wiederholen?« Daraufhin

schaltete sich James Lovell ein und wiederholte: »Houston, wir haben da ein Problem gehabt«.

Tatsächlich geschehen war das Folgende, das aber erst in den Wochen nach der Landung anhand der Telemetriedaten und Bodentests rekonstruiert werden konnte: Auf Grund einer beschädigten Kabelisolierung an einem Ventilator, der die ultrakalten, also kryogenen Komponenten der Brennstoffzellen gelegentlich »umrühren« sollte, kam es bei dessen Aktivierung zu einem Kurzschluss, und wegen der großen Mengen an flüssigem Sauerstoff unmittelbar darauf zu einem Feuer (siehe Kasten oben). Die dabei entstehenden Gase erhöhten den Druck im Tank rapide. Innerhalb von 90 Sekunden war die Bruchgrenze überschritten, und die Verbindungsnaht zwischen dem halbkugelförmigen Tankdom und dem zylindrischen Tankkörper riss. Das gesamte Brennstoffzellensegment im Service-Modul füllte sich nun mit gasförmigem Sauerstoff und den Verbrennungsprodukten. Auch in diesem Raum stieg jetzt der Druck innerhalb von Sekunden rasant an. Schließlich konnten die Bolzen das äußere Aluminiumpaneel nicht mehr halten und wurden, zusammen mit der

vier Meter langen Verkleidung, herausgeschleudert. Dabei wurde die Richtantenne für die Funkübertragung zur Erde beschädigt, was dazu führte, dass die Datenübertragung und die Kommunikation zur Erde für knapp zwei Sekunden unterbrochen wurden. Dann schaltete das System automatisch auf eine Rundstrahlantenne um, und die Funkverbindung war wieder hergestellt.

Durch den Explosionsschock wurden die Sauerstoffventile für die Brennstoffzellen zwei und drei geschlossen. Damit waren sie nur noch für drei Minuten in Betrieb. So lange reichte der Sauerstoff, der sich noch im Leitungssystem befand. Die Explosion beschädigte außerdem das Ventilsystem der Brennstoffzelle Nummer eins mit der Auswirkung, dass in den nächsten 130 Minuten der gesamte Sauerstoffvorrat des Service-Moduls in den Weltraum entwich. Ohne den Sauerstoff fehlte nun den Brennstoffzellen eine der beiden Arbeitskomponenten. Es konnten ab diesem Zeitpunkt weder Strom noch Wasser an Bord der Kommandokapsel produziert werden. Damit standen nur noch die Batterien und das kleine Sauerstoffsystem der Kapsel zur Verfügung. Diese konnten allerdings die Versorgung



NASA

**Während der Umrundung des Mondes, um wieder zurück zur Erde zu gelangen, nahmen die Astronauten von Apollo 13 einige Schnappschüsse unseres Trabanten auf, der sich in unmittelbarer Nähe befand. Hier ist die lunare Rückseite zu sehen, der große Krater rechts ist das Mare Moscoviense.**

der Astronauten nur für wenige Stunden bei äußerster Sparsamkeit übernehmen. Sie waren im Prinzip ausschließlich für die Landung bestimmt, für die Flugphase, in der das hinter der Raumkapsel befindliche Service-Modul bereits abgekoppelt war. Sie sollten für eine Gesamtbetriebszeit von etwa 45 Minuten reichen. Das bedeutete nichts anderes, als dass man sofort jeglichen Energie- und Sauerstoffverbrauch in der Kapsel abstellen musste, um diese wertvollen Ressourcen zu speichern, in der Hoffnung, dass die Landung auf der Erde doch noch gelänge.

Hätte sich dieser Vorfall auf dem Rückweg vom Mond zur Erde ereignet, dann wäre die Besatzung innerhalb weniger Stunden tot gewesen. Doch da es sich um den Hinflug handelte, war die Mondfähre Aquarius mit all ihren Vorräten noch angedockt. Innerhalb von Minuten war klar, dass hier eine existenzielle Notlage vorlag: Ab jetzt musste es ausschließlich darum gehen, das Leben der Astronauten zu ret-

**Nachdem der Mond umrundet war, bot sich der Crew von Apollo 13 dieser prachtvolle Anblick der Erde. Sehr schön präsentiert sich die Westküste des nordamerikanischen Kontinents, die mexikanische Halbinsel Niederkalifornien ist annähernd wolkenfrei.**

ten. Flugdirektor Gene Kranz befahl den sofortigen Missionsabbruch. Und es war auch klar, dass das Überleben der Crew jetzt ausschließlich von der Mondlandefähre abhing.

### **Eine schwierige Rückkehr**

Die Optionen waren begrenzt. Apollo 13 befand sich schon weit draußen im Welt- raum. Nur noch wenige Stunden trennten die kombinierten Raumschiffe vom Übertritt in das Gravitationsfeld des Mondes. Unglücklicherweise hatte Apollo 13 auch schon die freie Rückkehrbahn verlassen, die für eine automatische Rückkehr zur Erde gesorgt hätte. Das hieß, dass mindestens eine größere Bahnanpassung erforderlich war, um wieder auf Erdkurs zu kommen. Das Service-Modul konnte für die Schubmanöver nicht mehr verwendet werden, denn sein Zustand war ungewiss. Eine Zündung des Haupttriebwerks konnte es völlig zerstören. Gleichzeitig war aber auch klar, dass die Rückkehr so schnell wie



NASA

möglich erfolgen musste, denn die Vorräte des Landers hatten nun drei Menschen für bis zu vier Tage zu versorgen, anstatt nur zwei Astronauten für weniger als zwei Tage.

Die Nähe zum Mond und die Tatsache, dass man nur das Antriebs- und Lageregelungssystem der Mondfähre zur Verfügung hatte, um Bahnmanöver durchzuführen, ließen nur eine sinnvolle Option zu: Die Astronauten mussten die Gravitation des Mondes ausnutzen, das Raumschiff um den Mond herum-schwingen lassen – und dann den Rückflug zur Erde durchführen (siehe Bilder oben). Der Lander musste dabei das noch bis zur Halskrause mit Treibstoff befüllte und damit tonnenschwere Service-Modul bei allen Manövern als tote Last mitschleppen. Die Crew konnte es schon aus thermischen Gründen nicht so einfach abtrennen. Denn die vielen Tonnen Treibstoff bei Raumtemperatur hinter der Kapsel sorgten dafür, dass es in der stromlosen Kapsel noch halbwegs tem-



NASA

periert blieb. Aber auch so sanken die Temperaturen schon bald auf fast null Grad Celsius und blieben dort auch bis zum Ende der Odyssee. Ohne den Wärmespeicher im Rücken wäre die Temperatur weit unter den Gefrierpunkt gesunken.

### »Failure is not an option«

Die folgenden Tage gehören heute zu den Heldensagas der NASA. Sie zeigten noch einmal den Geist des Apollo-Programms und den unbeugsamen Willen, ein Ziel zu erreichen, und sei es noch so schwierig. Berühmt geworden ist der Ausspruch von Flugdirektor Gene Kranz, der von einem Reporter gefragt wurde, was die NASA im Falle eines Fehlschlags der Rettungsaktion zu tun gedenke. Er blaffte zurück: »Failure is not an option.«. Auf Deutsch: »Ein Fehlschlag ist keine Option.«

Zahllose Schwierigkeiten waren in den 87 Stunden nach der Explosion zu überwinden. Ein Versagen oder eine Fehlentscheidung bei nur einer davon hätte den sicheren Tod der Astronauten bedeutet. So bestand eines der vielen Probleme darin, dass die Astronauten ihre Atemluft von Kohlendioxid reinigen mussten. Dazu gab es mit Lithiumhydroxid gefüllte Kanister, die sich im Lebenserhaltungssystem befanden und das Kohlendioxid chemisch

banden. Sie mussten in regelmäßigen Abständen, wenn sie gesättigt waren, ausgetauscht werden. Das Lebenserhaltungssystem der Kommandokapsel war wegen der zusammengebrochenen regulären Energieversorgung stillgelegt. Die Kapazität der Lithiumhydroxid-Kanister an Bord der Mondfähre reichte aber nicht aus, um die Atemluft für drei Personen vier Tage lang zu reinigen. Ohnehin war nur die Hälfte des Vorrats im Inneren der Druckkabine. Die andere Hälfte befand sich unten in der Abstiegsstufe. Sie hätten von den Astronauten während eines ihrer Mondausflüge mit nach oben in die Kabine gebracht werden müssen.

Das Kommandomodul war dagegen mit genügend Kanistern ausgestattet; nur passten sie nicht in das Lebenserhaltungssystem der Landefähre. Die Ingenieure in Mission Control überlegten sich in einer langen Nachtschicht, wie man die würfelförmigen Kanister aus dem Kommandomodul mit den zylindrischen Behältern der Mondfähre kompatibel machen konnte – und das ausschließlich mit den Bordmitteln, die den Astronauten zur Verfügung standen. Das Ergebnis übermittelten sie am Morgen an die Crew, und die musste es nachbauen. Man muss sich dabei vor Augen halten, dass der Besatzung an Bord der Apollo-Kapsel keinerlei visu-

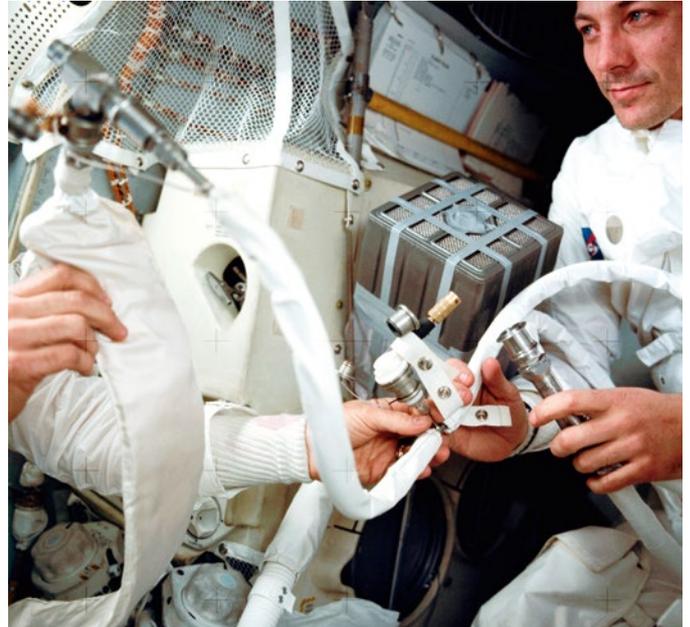
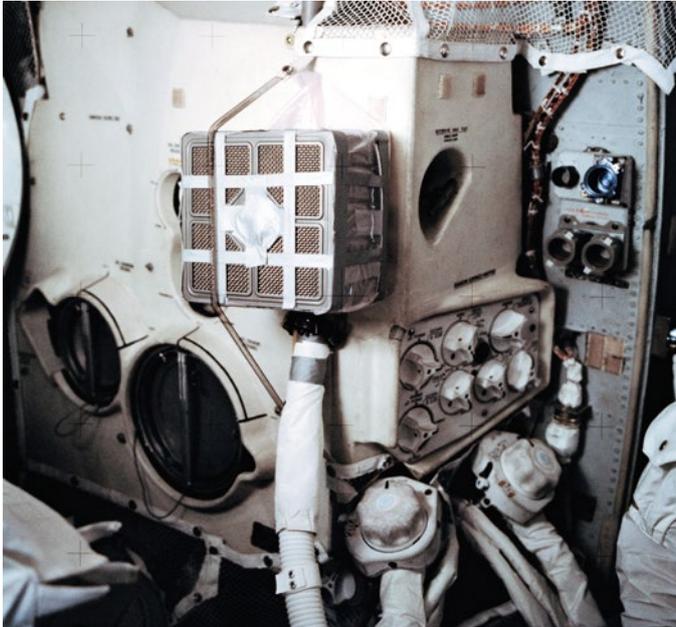
**Anspannung im Kontrollraum, kurz nachdem sich die Explosion ereignet hatte.**

**Im Zentrum des Bilds sind folgende vier Astronauten zu erkennen. Rechts von der Bildmitte, stehend: Walter Cunningham (Apollo 7), Gene Cernan (Apollo 10 und 17) und Ron Evans (Apollo 17); rechts von der Mitte, sitzend Ed Mitchell (Apollo 15).**

elle Hilfsmittel zur Verfügung standen. In diesen Tagen war es unmöglich, Bilddaten zu ihnen zu senden. Fernsehbilder von dort zur Erde zu schicken, damit man die Ergebnisse überprüfen konnte, war auch nicht möglich, da es galt, jedes Watt an elektrischer Energie zu sparen. Trotzdem funktionierte die Konstruktion am Ende (siehe Bilder S. 32).

### Wassering im Pazifik

Ein anderes der vielen Probleme hatte damit zu tun, dass die Crew alle elektrischen Verbraucher in der Kommandokapsel komplett abschalten musste, um Energie zu sparen. Keinesfalls durften die Landebatterien zu früh in Anspruch genommen werden. So etwas war aber in keiner Missionsplanung jemals vorgesehen gewesen. Ein kompletter »Power-down« war bis dahin gleichbedeutend mit einem Verlust der Mission und dem Tod der Besatzung



NASA

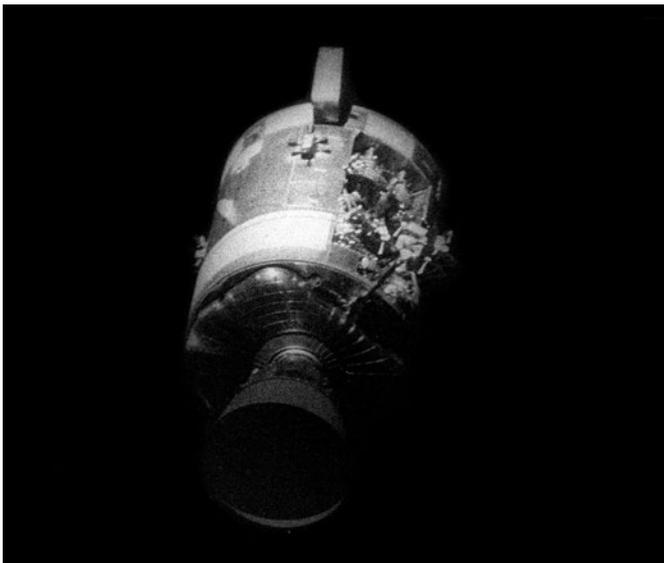
betrachtet worden. Warum sich also auf so einen Fall vorbereiten?

Es dauerte fast die vollen drei zur Verfügung stehenden Tage, um ein Verfahren zu erarbeiten, mit dem man ein schonendes Hochfahren aller Systeme nur mit Hilfe der Bordbatterien durchführen konnte. Dabei mussten die Astronauten mit einer Temperatur um den Gefrierpunkt und bei annähernd 100 Prozent Luftfeuchtigkeit beginnen und dabei versuchen, die Stromzellen nicht zu ruinieren. Erst unmittelbar vor der bevorstehenden Landung konnte die NASA das ausgearbeitete Inbetriebnahmeprotokoll an die Flugbesatzung

übermitteln. Es war ein komplexes, mehrere Seiten langes Dokument, das von der Bodenstation vorgelesen wurde, und von der völlig erschöpften und unterkühlten Crew fehlerlos umgesetzt werden musste.

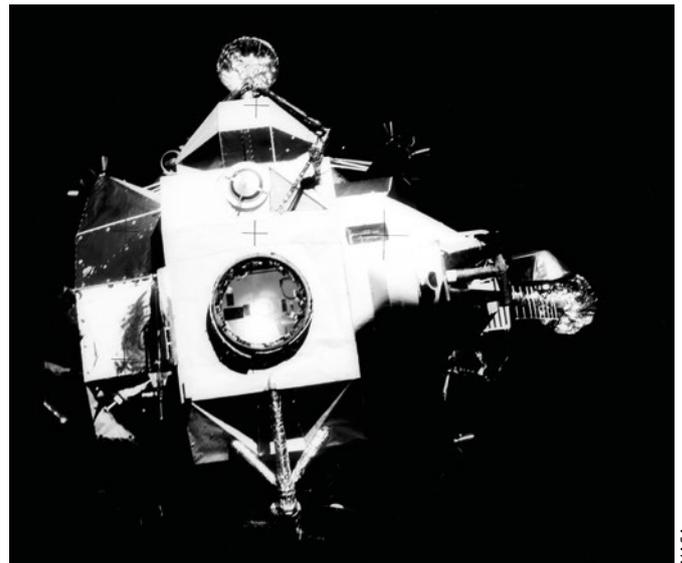
Der Zustand der havarierten Astronauten war nicht gut: Die Kälte und die Tatsache, dass es nach Ausfall der Brennstoffzellen kein Trinkwasser mehr an Bord gab, führten dazu, dass alle drei stark dehydriert waren und erbärmlich froren. Lovell und Haise waren dabei noch etwas besser dran als Swigert, denn sie konnten sich ihre Mond-Raumanzüge anziehen. Dennoch hatte sich Fred Haise in der Zwischenzeit

**Improvisation rettet Leben: Die Crew von Apollo 13 musste basteln, um die würfelförmigen Lithiumhydroxid-Kanister der Raumkapsel an das Lebenserhaltungssystem der Mondfähre anschließen zu können. Sie dienten dazu, die Luft von ausgeatmetem Kohlendioxid zu befreien. Dafür bauten die Astronauten diese Konstruktion aus Bordmaterialien nach detaillierten Anweisungen von der Bodenstation in Houston.**



NASA

Rund fünf Stunden vor dem Wiedereintritt in die Erdatmosphäre trennten die Astronauten das beschädigte Service-Modul von der Apollo-Raumkapsel ab. Die Explosion des Sauerstofftanks hatte ein ganzes Verkleidungspaneel des Moduls herausgesprengt, und es hängen Trümmerstücke nach außen.



NASA

Zwei Stunden vor der Rückkehr zur Erde musste sich die Mannschaft von Apollo 13 von ihrer treuen Mondfähre Aquarius verabschieden, die sie vier Tage am Leben hielt, obwohl sie dafür nicht konstruiert worden war. Aquarius besaß keinen Hitzeschild, so dass sie beim Eintritt in der Erdatmosphäre verglühte.

NASA



Von einer Passagiermaschine über dem Pazifik aus entstand am 17. April 1970 diese Aufnahme des feurigen Wiedereintritts der Raumkapsel Odyssey und der Mondfähre Aquarius. Letztere verglühte dabei, während Odyssey die Passage unbeschadet überstand.

Vom Flugzeugträger Iwo Jima, der zur Bergung der Besatzung von Apollo 13 im Pazifik eingesetzt wurde, nahm ein NASA-Fotograf dieses Bild der an ihren drei Fallschirmen hängenden Raumkapsel Odyssey auf. Rund eine Stunde später betraten die drei Astronauten müde, aber glücklich das Flugdeck des Flugzeugträgers, nachdem sie ein Bergungshubschrauber aus dem Wasser gefischt hatte.

NASA



einen schweren und sehr schmerzhaften Harnwegsinfekt zugezogen.

Knapp fünf Stunden vor dem Eintritt in die Erdatmosphäre wurde das Service-Modul abgetrennt – viel früher als bei einer normalen Mission. Erst jetzt, als die beschädigte Einheit von der Kombination aus Kommandokapsel und Mondfähre wegtrieb, konnten die Astronauten das immense Ausmaß der Schäden erkennen (siehe Bild S. 32 unten links).

Schließlich trennte die Crew zwei Stunden später auch die lebensrettende Mondfähre Aquarius ab, die sie bislang versorgt hatte (siehe Bild S. 32 unten rechts). Nun war sie in der Kommandokapsel auf sich allein gestellt. Erst jetzt würde sich herausstellen, ob die Kapsel nicht auch bei der Explosion beschädigt worden war – und vor allem, ob die stark beanspruchten Batterien durchhielten. Ohne sie konnten die pyrotechnischen Ladungen nicht ausgelöst werden, wel-

che für die Öffnung der Fallschirme die Schutzabdeckung entfernten.

Als Apollo 13 beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre wegen der Ionisation der Luft im Funk-Blackout verschwand, begann der letzte Teil des Dramas (siehe Bild oben). Und dieser kostete noch einmal Nerven, denn er dauerte fast 90 Sekunden länger als bei früheren Missionen. Statt nach etwa vier kam erst nach gut fünfeinhalb Minuten die erlösende Meldung, dass alles in Ordnung war. Gleich danach sichtete das Bergungsteam auf dem Hauptschiff der Bergungsflotte – dem Flugzeugträger Iwo Jima – die Kapsel an ihren drei Fallschirmen (siehe Bilder Mitte). Die spektakulärste und nervenaufreibende Rettungsaktion in der Geschichte der Raumfahrt war erfolgreich zu Ende gegangen. Tatsächlich sprach die US-Raumfahrtbehörde NASA später von einem »erfolgreichen Fehlschlag« (»a succesful failure«).

Keiner der drei Astronauten von Apollo 13 führte jemals einen weiteren Raumflug durch. James Lovell ist heute 92 Jahre alt und erfreute sich zuletzt guter Gesundheit, Fred Haise ist 86 und ebenfalls noch wohltauf. John Swigert starb bereits im Dezember 1982 an Krebs und war damit der Erste aller Mondflieger. Ken Mattingly erkrankte übrigens nie an den Masern. Er flog zwei Jahre nach dem missglückten Einsatz von Apollo 13 mit Apollo 16 zum Mond, war 1982 Kommandant des vierten Spaceshuttle-Flugs und kommandierte im Januar 1985 eine weitere Raumfährenmission. ©



**EUGEN REICHL** war Mitarbeiter eines internationalen Raumfahrtkonzerns. Nun schreibt er für Internetportale und Zeitschriften und ist Autor mehrerer Bücher zum Thema Raumfahrt.