

„Nicht viel hat sich heute auf dem Weg zum Mond ereignet“, begann der Artikel, den „New York Times“-Redakteur John Noble Wilford für die Dienstausgaben schon in Satz gegeben hatte. Gerald D. Griffin, amtierender Flugdirektor im Raumfahrt-Kontrollzentrum Houston, hatte kurz zuvor eine Pressekonferenz gegeben: „Es ist ein hübscher, ruhiger Flug gewesen bisher.“

Keine der großen amerikanischen Fernsehgesellschaften hatte sich eingeschaltet, als am Montagabend die Apollo-13-Astronauten James A. Lovell, 42, Fred W. Haise, 36, und John L. Swigert, 38, ihre dritte TV-Schau aus der Raumkapsel übertrugen. Nur 15 Journalisten verfolgten zu dieser Zeit im Pressezentrum Houston das 23. bemannte Raumfahrt-Unternehmen der USA.

Dann, sieben Minuten nach Beendigung der Fernsehschau, um 22.11 Uhr Eastern Standard Time entsprechend 4.11 Uhr MEZ, sprach Astronaut Fred Haise, der am Donnerstagmorgen die Mondfähre „Aquarius“ auf den lunaren Landeplatz hätte steuern sollen, den Satz: „We've got a problem“ — „Wir haben ein Problem“.

Noch im Verlauf der nächsten Stunden unterbrachen die US-Fernsehsationen ihr Programm, flogen Experten der Herstellerfirmen von Raumkapsel und Landefähre mit Chartermaschinen zum Alarm-Einsatz nach Houston; innerhalb von Stunden waren im weiten Umkreis des Kontrollzentrums die Hotelzimmer ausgebucht. Eine Fernsehstation in Sidney, die gerade die Abenteuer-Serie „Verloren im All“ sendete, setzte das Programm fort; die Alarmlmeldungen aus Houston wurden in den Weltraum-Thriller eingeblendet.

Nach sechs fehlerlosen Apollo-Starts, nach vier erfolgreichen Flügen zum Mond, nach zwei gelungenen Lan-

dungen auf dem Erdtrabanten schienen Katastrophen im All nur noch Stoff für Science fiction. Nun aber war es Wirklichkeit: 300 000 Kilometer tief im Weltraum, drei kosmische Tagreisen von der Erde entfernt, war das amerikanische Mondschiff „Odyssey“ in Raumnot geraten.

James Lovell, der mehr Zeit als irgendein anderer Astronaut im Weltraum verbracht hatte (bis zum Apollo-13-Start schon 572 Stunden und 10 Minuten), der dabeigewesen war, als sich zum erstenmal Menschen aus dem Anziehungsbereich der Erde lösten und die Rückseite des Mondes sahen, und der, als das Raumschiff Apollo 8 damals aus dem Funkschatten des Mondes wieder auftauchte, als erstes zur Erde gewitzelt hatte: „Wichtige Mitteilung: Es gibt doch einen Santa Claus“; Fred Haise, der eigentlich Journalist hatte werden wollen und dann als Kampfflieger bei der US-Marine gelandet war, der sich mit allmorgendlichen Trainingsläufen um den Häuserblock fit hält, „ein Bursche, der gerne als erster ankommt und es gewöhnlich auch tut“, wie ein Freund von ihm sagte; und John Swigert, der „stürmische Junggeselle“ („New York Times“), der nach Auskunft seiner Schwester „an jedem Flugplatz zwischen Ost- und Westküste ein Mädchen sitzen hat“ — 85 Stunden lang, während der ganzen 460 000 Kilometer weiten Odyssee durchs All, wußte niemand, ob die drei Männer lebend zur Erde zurückkehren würden.

„Die ganze Menschheit“, schrieb am Mittwoch „Le Monde“ in Paris, „nimmt Anteil an der Mühsal ihrer Rückkehr.“ In der Münchner Frauenkirche wurde eine Astronautenmesse gelesen, beim Baseballspiel im „Astrodome“ zu Houston beteten 9000 Zuschauer und die Spieler eine Minute lang um sichere Heimkehr für die Astronauten. Und nun berichtete auch die Moskauer „Prawda“, die den Start

Apollo-13-Landung im Pazifik

Nach 22 bemannten Raumflügen ...

RAUMFAHRT

APOLLO 13

Die längste Nacht

(siehe Titelbild*)

Immer wieder stelle ich mir vor: Wir sind einsame Reisende von einem fernen Stern.

Astronaut James A. Lovell auf halbem Weg zwischen Mond und Erde während der Mission Apollo 8, Dezember 1968

Eigentlich wollten sie ja einen Hund nach oben schicken, aber dann erschien ihnen das doch zu grausam.

Astronaut Alan Shepard vor seinem ersten Raumflug am 5. Mai 1961

Zu perfekt — die Leute beginnen sich zu langweilen“, lautete die Schlagzeile des Mailänder „Il Giorno“ zum Start des Raumschiffes Apollo 13. Deutschlands Fernseh Zuschauer sahen nicht die Apollo-Sonderschau im ZDF, sondern den Durbridge-Krimi „Wie ein Blitz“.

Knapp 70 000 Schaulustige (statt mehr als einer Million bei der ersten Mondlande-Mission) hatten sich zum Apollo-13-Start auf Cape Kennedy eingefunden — das waren noch 50 000 weniger, als tags darauf bei einem Autorennen auf dem Hockenheimring („Jim-Clark-Gedächtnisrennen“) den schwäbischen Rundkurs säumten. Nur 300 Ehrengäste, unter ihnen Bundeskanzler Brandt, waren auf den Tribünen des amerikanischen Mondbahnhofs gezählt worden; beim Start von Apollo 11 waren es 5600 gewesen.

* Apollo-13-Astronaut Fred W. Haise während der letzten Fernsehübertragung aus dem Raumschiff.

** Im Kontrollzentrum während der kritischen Flugphase; vorn l.: Astronaut Slayton, dahinter: Astronaut Mattingly; rechts: Astronaut Young.



... ein Drama auf Leben und Tod im All: Apollo-13-Leitstelle in Houston**

nur mit 23 Zeilen auf der fünften Seite gemeldet hatte, ausführlich über die Schwierigkeiten an Bord des amerikanischen Raumschiffes Apollo 13.

„Mit einem Schlag“, so kommentierte die „Washington Post“ das plötzlich wiedererwachte Interesse der US-Bürger, „wurde Amerikas gleichgültige Einstellung zur Raumfahrt gewandelt. Die Nation, durch Raumfahrtfolge verwöhnt und allzu zuversichtlich, wurde wachgerüttelt.“

Die drei Männer im All verkürzten sich unterdes mit Betriebsamkeit, manchmal auch mit Scherzen, die langen Tage der Reise durch die Angst (siehe Seite 144). Als sie, um heimzukehren, zunächst noch weiter ins Weltall hinaus und um den Mond herumkurvten, absolvierten Lovell und Swigert ihr Photographier-Programm. Es gab keinen Nervenzusammenbruch an Bord des havarierten Raumschiffes — wie etwa in dem Raumnot-Film „Verschollen im Weltraum“, der in diesen Wochen in westdeutschen Kinos gezeigt wird.

Aber daß die „bislang schwierigste Situation in der Geschichte der amerikanischen bemannten Raumfahrt“ (so Christopher Kraft, stellvertretender Leiter des Raumfahrt-Zentrums Houston) mit der geglückten Wasserrung am Freitag letzter Woche endete, ist nicht allein der Umsicht von Lovell, Haise und Swigert zuzuschreiben: Mindestens ebenso hohen Anteil an der dramatischen Rettungsaktion hatte die geballte Macht von Gehirnen — menschlichen und elektronischen — am Boden.

Dieses Super-Team von technischer Intelligenz hatte schon zusammengewirkt, als es galt, das Apollo-Programm für die Landung auf dem Mond zu konzipieren und zu verwirklichen. Nun wurde es wieder zusammengetrommelt zu einem kosmischen Krisenmanagement ohne Beispiel.

„Wir haben jede Menge Leute hier unten, die daran arbeiten“, funkte die Bodenstation einige Minuten nach dem Zwischenfall im All nach oben, „wir werden euch als erste wissen lassen, was wir entscheiden.“

Dutzende von Experten wurden mit Charterflugzeugen nach Houston gebracht: zwei Direktoren sowie der Chefkonstrukteur der Firma Grumman, die das Mondlandeboot „Aquarius“ gebaut hatte; William B. Bergen, Präsident der North American Rockwell Corporation, die das Raumschiff „Odyssey“ geliefert hatte; Admirale der US-Marine, die im Pazifik die Bergungsflotte befehligten, und die Erfahrensten der Astronauten-Mannschaft — so Alan B. Shepard, John Young und Frank Borman. Zusammen mit seinem Kollegen zwängte sich Shepard (der gemeinsam mit Edgar D. Mitchell und Stuart A. Roosa das Raumschiff Apollo 14 zum Mond steuern soll) in originalgetreue Nachbildungen von Raumschiff und Landefähre, um mögliche Aktionen der schiffbrüchigen Mannschaft im voraus zu simulieren.

Rasch zu entscheiden beispielsweise war die Frage, auf welchem Weg die



Wir sind umgezogen. In Hannover.

Es ist trotzdem leicht, unseren neuen Stand auf der Hannover-Messe zu finden. Wir sind nämlich nur knapp 50 Meter umgezogen. In der Halle 11 — früher war es die Halle 13. Unsere neue Standnummer: 333. Leicht zu merken, nicht wahr?

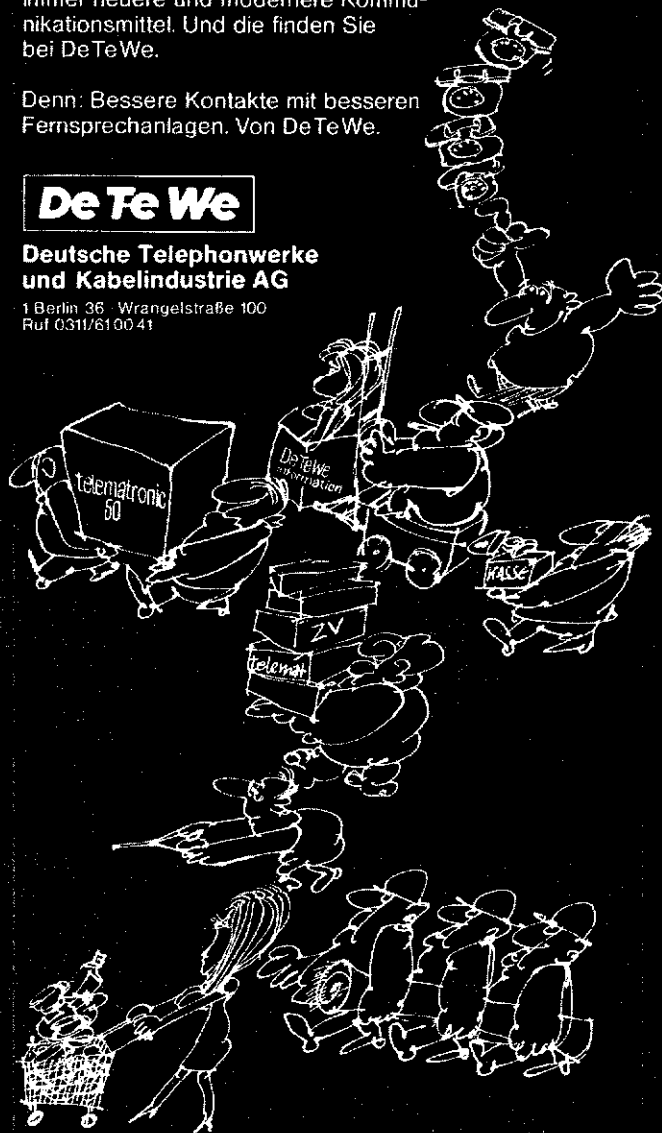
Bitte besuchen Sie uns. Auf unserem neuen größeren Stand zeigen wir Ihnen unter dem Thema „Fernsprechkomfort für das Büro der 70er Jahre“ Fernsprechanlagen und Zusatzeinrichtungen, die allen Anforderungen gerecht werden. Denn die Kommunikation des neuen Jahrzehnts verlangt immer neuere und modernere Kommunikationsmittel. Und die finden Sie bei DeTeWe.

Denn: Bessere Kontakte mit besseren Fernsprechanlagen. Von DeTeWe.

De Te We

Deutsche Telefonwerke
und Kabelindustrie AG

1 Berlin 36 Wrangelstraße 100
Ruf 0311/6100 41



Apollo-Crew zur Erde zurückkehren sollte. Diesmal fanden sich Raumfahrt-Ingenieure und die Befehlshaber der US-Marine und Luftwaffe zum Krisenmanagement zusammen.

Der erste Beschleunigungsschub, den sich das havarierte Raumschiff noch in der Nacht zum Dienstag gab, hätte die Kapsel in den Morgenstunden des Sonnabend auf die Erde niedergehen lassen — aber im Indischen Ozean, wo keine Bergungsflotte bis zu diesem Zeitpunkt hätte eintreffen können.

Aus dem gleichen Grund wurde eine zweite Möglichkeit verworfen: Sie hätte das Raumschiff zwar schon am Freitagvormittag MEZ, aber im Südatlantik niedergehen lassen. Nach dem Studium der Seekarten entschieden die Admirale: Wir schaffen es nicht.

So blieb schließlich eine dritte Variante: eine mäßig beschleunigte Rückkehr, die auf ein Landgebiet im Pazifik zielte. Zwar lag auch dieses Landgebiet einige Hundert Seemeilen von der sonst üblichen Apollo-Aufangzone entfernt; aber der hubschrauberbestückte Flugzeugträger „Iwo Jima“, so versicherten die Militärs, würde diese Distanz rechtzeitig überwinden können.

Eine Computer-Batterie von 30 Meter Länge im Kontrollzentrum Houston rechnete in Millionen von Einzeloperationen die verschiedensten Was passiert-wenn-Programme durch. Parallel dazu wurde im Goddard Space Flight Center nahe Washington, nochmals mit demselben Computeraufwand, gerechnet. Und im Massachusetts Institute of Technology, dem Mekka der Raumfahrt-Mathematik, wo alle Steuerungs- und Navigationssysteme der Apollo-Kombination entworfen worden sind, kamen 30 Akademiker zu einem Alarm-Team zusammen, das noch in der Nacht zum Dienstag denkbare Alternativen für die unplanmäßige Rückkehr zur Erde durchrechnete.

Mit einem Knall hatte „das erste Drama auf Leben und Tod in der Tiefe des Weltraums“ („Washington Post“) begonnen. Astronaut Lovell hörte ihn. Und Minuten später konnte er die Folgen gewahr werden: Auf den Meßskalen, welche die Spannung an den Brennstoffzellen 1 und 2 anzeigten, sanken die Zeiger auf Null. Ein anderes Meßgerät zeigte rapiden Druckabfall in einem der Sauerstofftanks. Und als Kommandant Lovell durch das Fenster nach draußen blickte, sah er eine Gaswolke vorbeiziehen: „Wir blasen irgend etwas in den Raum.“ Gleichzeitig begann die Raumschiff-Kombination langsam über Kopf zu taumeln.

Die Mannschaft konnte keinen Zweifel haben, wo der Schaden lag: in Sektion IV der Versorgungseinheit.

Um die Masse, die beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre einigen tausend Hitzegraden und einer enormen mechanischen Belastung ausgesetzt ist, möglichst klein zu halten, hatten die US-Raumfahrtkonstrukteure die Apollo-Kombination von vornherein in zwei große Baugruppen untergliedert (siehe Graphik Seite 134):

▷ die etwa drei Meter hohe, konisch geformte Kommandokapsel (Command Module), in der die Astronauten sich aufhalten und die sämtliche Bahnsteuerungs- und Kontrollsysteme sowie die für die kurze Phase des Wiedereintritts nötigen Reserven an Energie und Sauerstoff enthält, und

▷ die etwa sechs Meter hohe, zylindrisch geformte, tortenstückartig unterteilte Versorgungseinheit (Service Module), die kurz vor dem Wiedereintritt in die Erdatmosphäre abgesprengt wird; sie enthält den Raketenmotor samt Treibstofftanks für Bahnkorrekturen und zur Beschleunigung beim Rücksturz aus der Mondumlaufbahn, dazu die Versorgungssysteme für die zehn- bis elftägige Reise zum Mond und zurück.

In Nummer IV der sechs Tortenstück-Sektionen befinden sich, auf drei

nannte Hauptstromkreis A („bus A“) brach zusammen.

Eine Zeitlang hoffte die Apollo-Crew, mit Hilfe des verbliebenen Sauerstofftanks und der zu Anfang noch funktionstüchtigen dritten Brennstoffzelle über die Runden zu kommen. Dann aber zeigte sich, daß offenbar auch der zweite Sauerstoffbehälter leck geschlagen war.

Es gelang gerade noch, mit den restlichen Sauerstoff-Vorräten einen für die Wiedereintrittsphase bestimmten Tank in der Kommandokapsel aufzufüllen. Und die letzte der drei Brennstoffzellen lieferte noch so viel Strom, daß alle Batterien in der Kapsel — lebenswichtig für die letzte Phase der Rückkehr — nachgeladen werden konnten.

Dann aber, etwa drei Stunden nach dem ersten Knall, brach aller Nachschub an Strom und Sauerstoff und damit auch der Nachschub an Kühl-



Apollo 13 vor dem Start*: „Die Nation wurde wachgerüttelt“

Bühnen übereinander angeordnet, insgesamt sechs Aggregate, die in dreifacher Hinsicht auf die Funktionstüchtigkeit der Raumschiffkombination entscheidend sind: Sie liefern elektrische Energie für alle an Bord befindlichen Systeme, Trinkwasser und Wasser zum Kühlen der Systeme und schließlich Sauerstoff zum Atmen.

Der Spannungsabfall in den stromerzeugenden Brennstoffzellen 1 und 2 und der gleichzeitige Druckabfall im Sauerstoffsystem machte den Astronauten und der Kontrollstation in Houston sogleich klar, daß der Fehler in einem der beiden kugelförmigen Sauerstofftanks aufgetreten sein mußte: Die Brennstoffzellen, die durch das Zusammentreffen von Sauerstoff- und Wasserstoffgas mit einem Platin-Katalysator elektrische Energie erzeugen, waren ausgefallen. Folge: Der so-

und Trinkwasser aus der Versorgungseinheit zusammen.

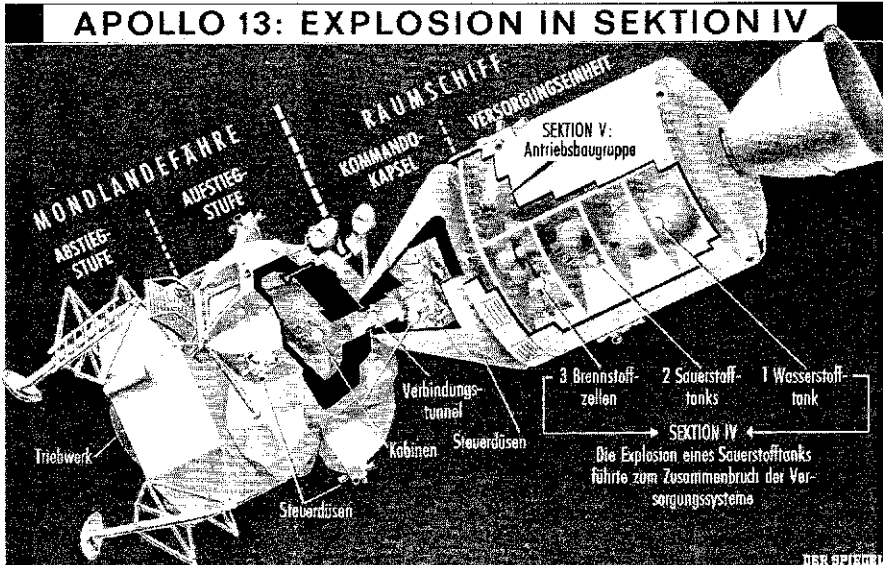
Die Verantwortlichen im Kontrollzentrum Houston scheuten sich nicht zu erklären: Wäre ein technischer Kollaps dieser Art auf dem Rückweg vom Mond passiert, also in jener Phase einer Mond-Mission, wenn die spinnenbeinige Mondlandefähre nicht mehr mit dem Raumschiff fliegt, so wäre die Besatzung verloren gewesen.

Nach dem Ausfall der Brennstoffzellen wäre es unmöglich gewesen, das Triebwerk der Raumschiffkombination für eine Kurskorrektur zu zünden. Aber selbst auf korrekter Bahn würden die spärlichen Reserven an elektrischer Energie und der Sauerstoff in den Tanks der Kommando-Kapsel nur noch für wenige Stunden ausgereicht haben.

Die Astronauten sind sich solcher Gefahren bewußt. „Eines Tages“, sagte Frank Borman, der mit Lovell zu-

* In der Nacht zum vorletzten Sonnabend auf Cape Kennedy.

APOLLO 13: EXPLOSION IN SEKTION IV



Die Strom-, Wasser- und Sauerstoffversorgung von Apollo 13

MONDLANDEFÄHRE		RAUMSCHIFF	
ABSTIEGSTUFE	AUFSTIEGSTUFE	KOMMANDOKAPSEL	VERSORGUNGSSEINHEIT
Vier 28-Volt-Batterien	Zwei 28-Volt-Batterien	Drei 28-Volt-Batterien	AUSGEFALLEN Drei Brennstoffzellen erzeugen Strom aus Wasserstoff- und Sauerstoffgas, dabei entsteht gleichzeitig Wasser. Die Brennstoffzellen werden gespeist aus: einem Tank für Flüssigwasserstoff und zwei Tanks für Flüssigsauerstoff, die gleichzeitig Atemsauerstoff in die Kommandokapsel liefern
Ein Wassertank (166,5 Liter)	Zwei Wassertanks (je 21,5 Liter)	Drei Wassertanks (insgesamt 2,3 Liter)	
Ein Sauerstofftank, der normalerweise den Bedarf für Mondlandung und Mondaufenthalt deckt	Drei Sauerstofftanks, die normalerweise den Bedarf vom Start auf dem Mond bis zur Kopplung mit der Kommandokapsel decken	Vier Sauerstofftanks mit Atemluft für die Rückkehrphase zur Erde	

sammen den Mond umkreist hatte, „werden ein Astronaut oder zwei nicht wiederkommen. Ich weiß nicht, ob es dann einen Aufschrei geben wird oder nicht... Wir als Testpiloten kennen die Risiken.“ Und als Deke Slayton, der jetzige Chef des Astronauten-Korps, einmal danach gefragt wurde, sagte er: „Sterben gehört zu unserem Beruf, und das erschüttert mich nicht. Sowenig wie mich, wenn ich auf der Autobahn fahre, die Tatsache erschüttert, daß Hunderte von Personen beim Fahren auf der Autobahn umkommen.“

„Wir stecken noch im Versuchsstadium, es wird Fehlschläge, Mißerfolge, Todesfälle zeitigen“, hatte Deke Slayton damals erklärend hinzugefügt. Und tatsächlich war es eher überraschend, daß Amerikas Astronauten — bis zum Debakel von Apollo 13 — bei 22 bemannten Raumflügen noch niemals in unmittelbare Lebensgefahr geraten waren.

Pannen hatte es bei fast jedem bemannten Raumunternehmen gegeben. Mercury-Pilot Virgil („Gus“) Grissom hatte sich (im Juli 1961) mit knapper Not vor dem Ertrinken retten können — nach der Landung im Atlantik war durch ein Versehen die Luke aufgesprungen, die hochgehende See schwappte herein. Gordon Cooper hatte (im Mai 1963) seine Mercury-Kapsel „Faith 7“ mittels Handsteuerung zur Landung bringen müssen — die automatische Steuerung versagte. Beim Flug des Zwei-Mann-Raumfahrzeugs Ge-

mini 5 (im August 1965) drohte täglich der Abbruch des Unternehmens — die Brennstoffzellen arbeiteten unzuverlässig. In der letzten Phase der ersten Landung auf dem Mond (Apollo 11, Juli 1969) versagte in der Mondfähre „Adler“ zeitweilig der Bordcomputer — „Adler“ landete trotzdem.

Abgebrochen wurde bis dahin nur ein einziges bemanntes US-Raumunternehmen: Als im März 1966 Gemini 8 nach einem Koppelmanöver mit der Zielerakete Agena ins Trudeln geriet, lenkte Kommandant Neil Armstrong das Raumschiff nach sechseinhalb Erdumrundungen zur Notlandung im Pazifik.

Bei der Weltraumfahrt getötet wurde bislang nur der sowjetische Kosmonaut Wladimir M. Komarow, dessen Kapsel Sojus 1 sich in den Fallschirmleinen verfang und abstürzte. Die US-Astronauten Virgil I. Grissom, Edward H. White und Roger B. Chaffee starben am Boden — bei einem Test-Countdown verbrannten sie in einer Apollo-Kapsel.

Die Schreckensvision, eine Astronauten-Mannschaft könnte, den gegen Null sinkenden Zeiger des Sauerstoff-Meßgeräts vor Augen, hilflos dem Raumtod ausgeliefert sein, tauchte Anfang letzter Woche wieder auf, als der Zusammenbruch der Versorgungssysteme in Apollo 13 bekannt wurde. Damit schien auch die Frage wieder akut, ob es für Gestrandete im Weltraum keine Möglichkeit der Rettung gäbe.

Eine ganze Reihe amerikanischer Raumfahrtfirmen und mehrere Teams von Nasa-Ingenieuren haben während der letzten Jahre Vorschläge für Rettungsgeräte im All entwickelt. Aber bisher war noch jeder dieser Entwürfe mit entscheidenden Mängeln behaftet. So wurden beispielsweise vorgeschlagen:

- von Nasa-Ingenieuren ein Einmann-Rettungsboot (Orbital Escape System) aus Fiberglas, knapp 200 Kilogramm schwer und geformt wie eine überdachte Badewanne — nach dem Eintritt in die Erdatmosphäre öffnet sich ein Fallschirm;
- von der Raumfahrt-Division bei General Electric eine Art Rettungs-Kokon aus der Sprühdose (Projekt „Moose“) — der Raumschiffbrüchige bettet sich in einen (vorher zusammengefalteten) Hitzeschirm, den er sodann mit einem synthetischen, steinhart erstarrenden Schaum ausspritzt; mit einer handlichen Rückstoß-Pistole kann der Schaumpanzer auf eine Rücksturzbahn zur Erde manövriert werden, kurz vor der Landung öffnet sich ein Fallschirm;
- von den Ingenieuren der Raumfahrt-Firma McDonnell das System „Big 120 Gemini“ — eine verlängerte Gemini-Raumkapsel, die nicht nur ihrer Besatzung, sondern zusätzlich drei Raumschiffbrüchigen Platz bieten würde. Geschätzte Entwicklungskosten: 750 Millionen Dollar.

Die ersten beiden Projekte würden sich nur für Rettungsaktionen aus erdnaher Umlaufbahn eignen. Für „Big 120 Gemini“ müßte — mit einem geschätzten monatlichen Aufwand von fünf Millionen Dollar — das Rettungssystem samt aufgetankter Titan-III-C-Rakete ständig auf dem Mondbahnhof zum Schnellstart bereitstehen. Und auch diese Rettungskombination wäre, mangels Raketen-Schubkraft, nicht mondtüchtig.

Sinnvolle Rettungsvorkehrungen etwa für strandende Apollo-Astronauten, so wurde auf einem Raumfahrt-Symposium zum Thema „SOS im Welt-raum“ Ende 1968 deutlich, sind erst dann vorstellbar, wenn sich die Raumfahrt zu annähernd ähnlicher Verkehrsdichte entwickelt haben wird wie gegenwärtig die Schifffahrt auf der Erde. Erst wenn mehrere bemannte Raumstationen ständig um Erde und Mond kreisen, könnten von dort aus Bergungsboote mit einiger Aussicht auf Erfolg Raumschiffbrüchigen zu Hilfe kommen.

Mit dieser Erkenntnis hatten sich Amerikas Raumfahrt-Designer denn auch von Anfang an entschlossen, für die Pionierzeit der bemannten Raumfahrt ein gewisses Maß an tödlichen Risiken in Kauf zu nehmen (siehe SPIEGEL-Interview Seite 140). Gleichzeitig aber blieb die Behauptung unwiderlegt, die Gefahr eines tödlichen Unglücks sei für Astronauten jedenfalls geringer als für Testpiloten eines neuen Flugzeugtyps auf Erden.

Auf dreifache Weise haben Raumfahrt-Ingenieure und Astronauten seit Beginn der bemannten Raumfahrt

versucht, das Risiko im All so weit wie möglich einzuschränken — und fast zwei Dutzend bemannte Raumflüge hatten dem Optimismus, der sich daran knüpfte, recht gegeben:

- Jedes der zehn Millionen Einzelteile einer Raumschiff-Raketen-Kombination wird — von der Auswahl des Rohmaterials bis hin zur letzten Sekunde des Countdown — kontinuierlich auf einwandfreie Beschaffenheit und Funktionstüchtigkeit geprüft.
- Soweit irgend möglich, wurde jedes der lebensnotwendigen Systeme in Raumschiff und Rakete doppelt und dreifach ausgelegt („Redundanz“); war, aus Gewichtsgründen, nur ein System möglich, wie etwa beim Hauptantrieb der Apollo-Raumschiffkombination, so wurden zumindest dessen Untersysteme, also Brennstoffpumpen, Ventile und Leitungen, verdoppelt.
- Der größte Teil der Astronauten-Ausbildung wurde darauf verwendet, mögliche Notsituationen im Simulator durchzuspielen und die entsprechenden Handgriffe gleichsam reflexhaft einzuschleifen.

Zwei dieser Generalvorkkehrungen — das intensive Notfalltraining ebenso wie die Technologie der Redundanz — und dazu noch die Fähigkeit zum raschen Improvisieren trugen vergangene Woche dazu bei, die Raumschiff-Kombination vor dem Stranden im Weltall zu bewahren.

Die drei Astronauten reagierten blitzschnell, als es im rückwärtigen Teil der Raumschiff-Kombination, links hinter dem Sitz des Kommandanten Lovell, knallte. Ohne daß sie in den rosa (Alarm-)Seiten ihres Bordhandbuchs hätten nachschlagen müssen, ließen die Havaristen das Notprogramm abrollen: Abschalten der Heizelemente und Umwälzsysteme an den beschädigten Sauerstofftanks, Auffüllen der Bordbatterien, Auffüllen des Sauerstofftanks in der Kommando-Kapsel, Abschalten aller Systeme, die Strom verbrauchen, aber nicht lebenswichtig sind; und noch ehe sie von der Bodenstation das Kommando dazu erhielten, hatten Lovell, Haise und Swigert schon den rettenden Fluchtweg angetreten: durch die nur 81 Zentimeter weite Durchstiegschleuse hinüber in die Mondlandefähre „Aquarius“, die an der Spitze der Kommandokapsel angekoppelt war.

„Sie waren vertraut mit dieser Gefahrensituation“, kommentierte später ein Techniker der Bodenstation. Zwölf- bis fünfzehnmal waren sie beim Simulationstraining auf der Erde mit dem Katastrophen-Alarm „Totalausfall der Stromversorgung in der Kommandokapsel bei noch angekoppelter Mondfähre“ überrascht worden.

Daß die spinnenbeinige Mondlandefähre, sofern sie noch angekoppelt ist, nach einem ersten Zwischenfall als Raum-Rettungsboot funktionieren könnte, hatte der Konstrukteur der Mondfähre, Grumman-Chefingenieur Thomas J. Kelly, bereits 1964 vorgeschlagen. Das Konzept setzte voraus, daß die Mondlandefähre eine autarke, alle lebenswichtigen Systeme einschließende Ausrüstung besitzt. Die Kon-

strukteure hielten sich daran. Und während des zehntägigen erdnahen Testfluges Apollo 9 (März 1969) wurde das Rettungsboot-Prinzip im All erprobt.

Umfangreiche Computerberechnungen waren in der Nacht zum letzten Mittwoch nötig, ehe das rettende Manöver angeordnet werden konnte: Der Raketenmotor der Mondlandefähre, eigentlich als Bremstriebwerk zum Abstieg auf die Mondoberfläche ausgelegt, übernahm die Aufgaben des ausgefallenen Haupttriebwerks. Trotz abweichender Schubstärke brachte er das beschädigte Raumschiff zuverlässig auf eine „Free Return Trajectory“ — eine Flugbahn, die das Raumschiff nach den Gesetzen der Himmelsmechanik in weitem Schwung durch das Schwerfeld des Mondes wieder auf Kurs zur Erde brachte.

29 Kilogramm Atemsauerstoff befanden sich in dem angekoppelten Raum-Rettungsboot — genug, um die drei Mann fünf Tage lang am Leben zu erhalten. Die insgesamt sechs 28-Volt-

Allerdings, für einen lebenswichtigen Zweck wurde die Kommandokapsel noch benutzt — entsprechend einem Ratschlag der Bodenstation. Als dort die Meldung eintraf, in der Landefähre „Aquarius“ steige der Gehalt an ausgeatmetem Kohlendioxid bedenklich an, fanden Techniker in Houston eine Möglichkeit, die Luftreinigungsfilter der Kommandokapsel hilfsweise mit einzusetzen.

Über Sprechfunk gaben sie die Bastelanweisung durch: Aus Schläuchen, die eigentlich zur Ausrüstung für den geplanten Mondspaziergang gehörten, einigen Kanisterdeckeln und Klebestreifen improvisierten die Astronauten ein Umleitungssystem, das den Luftfilter in der Landefähre (der nur für zwei Mann ausgelegt und deshalb überfordert war) entlastete.

Auf eigene Faust hatten Lovell, Haise und Swigert eine andere Apparatur am Leben erhalten, deren Ausfall neue Gefahren heraufbeschworen



Apollo-14-Astronauten Mitchell, Shepard*: Bastel-Anleitung über Funk

Batterien des „Aquarius“ waren gefüllt — 22 Prozent der gespeicherten Energie blieben am Ende noch übrig, um damit vor Eintritt in die Erdatmosphäre die Batterien der Kommandokapsel wieder voll aufzuladen.

Zwei Mann konnten sich immer im Rettungsboot aufhalten, der dritte mußte in der lichtlosen Kommandokapsel bleiben, wo die Temperatur bald in die Nähe des Gefrierpunktes sank. Die Astronauten halfen sich mit einer doppelten Schicht Unterhosen.

Ob ihnen kalt war oder ob ihr Herz zu schnell schlug, mußten die drei Havaristen nun ohnehin selbst beobachten. Um Strom zu sparen, war die Übertragung medizinischer Daten zum Kontrollzentrum Houston eingestellt worden. Auch der Sprechfunkverkehr wurde auf ein Mindestmaß beschränkt. Die gesamte Kommandokapsel befand sich während der dreitägigen Heimreise, wie die Experten in Houston erläuterten, unter „Zero-Zero-Condition“, im „Null-Null-Zustand“ — alle Schalter auf Stellung „aus“.

hätte: das Trägheitsnavigationssystem in der Kommandokapsel, eine Kombination von schnell rotierenden Kreisel, die es erlaubt, zu jedem Zeitpunkt den exakten Standort des Raumschiffs abzulesen und etwaige Kursänderungen entsprechend zu programmieren.

In den entscheidenden Minuten nach dem Ausfall der Brennstoffzellen schalteten die Astronauten dieses Gerät auf Batterieversorgung um, damit nicht die Kreisel stehenblieben — so lange, bis sie das Parallelgerät in der Mondlandefähre betriebsklar gemacht und entsprechend justiert hatten. Dann wurde, bis zum Freitagnachmittag, auch dieses System in der Kommandokapsel abgeschaltet, um Strom zu sparen.

Angesichts all dieser Notmaßnahmen, die zum bloßen Überleben nötig waren, wurde die Frage nach den Ursachen des technischen Versagens zunächst zurückgestellt. „Unser Team

* Im Kontrollzentrum während des Apollo-13-Fluges.



Komarov-Beisetzung in Moskau: Nur einer starb im Weltraum

war mit der Frage, was da passiert sein könnte, nicht so sehr beschäftigt“, sagte Flugdirektor Glynn S. Lunney, der „in der längsten Nacht des Raumfahrtprogramms“, wie er sie nannte, die wachhabende Mannschaft im Kontrollzentrum Houston geleitet hatte.

„Alles, was da unten (in der Sektion IV der Versorgungseinheit) unter Hochdruck steht“, erläuterte später Astronaut James McDivitt, „könnte losgegangen sein.“ Und er fügte hinzu: „Ich weiß nicht, ob wir je herauskriegen, was dort passiert ist.“

Erste Spekulationen gab es schon in der Nacht zum Mittwoch: Ein Meteorit konnte den kugelförmigen Sauerstofftank getroffen und seine Doppelwandung aus der Nickellegierung „Inconel“ durchschlagen haben (Lunney: „Das ist dann, als ob eine riesige Thermosflasche explodiert“).

Mikro-Meteoriten von Staubkorngröße treffen in der Tat während einer Raum-Mission häufig die Wandung

des Raumschiffes, ohne sie zu beschädigen. Das Risiko jedoch, von einem etwa erbsengroßen Meteoriten getroffen zu werden, der lebenswichtige Versorgungseinheiten zerstören könnte, wurde von den Raumfahrt-Ingenieuren — aufgrund zahlreicher Messungen mit Satelliten und Sonden — stets äußerst gering veranschlagt: Ein Apollo-Raumschiff auf dem Weg zum Mond dürfte nach statistischer Wahrscheinlichkeit nur bei jeder 10 000. Reise einmal getroffen werden.

Aber es gab noch andere mögliche Ursachen für die Explosion des Sauerstofftanks. Damit seine Füllung, ein Gemisch aus flüssigem und gasförmigem Sauerstoff, unter gleichbleibendem Druck gehalten wird, müssen Heizelemente und eine Umwälzanlage exakt zusammenspielen. Andererseits sorgt ein Überdruckventil normalerweise für Druckausgleich bei Überhitzung. Die zur Erde übermittelten Daten zeigten, daß der Sauerstoffdruck,

kurz bevor er auf Null sank, bis zu jener Grenze angestiegen war, bei der das Überdruckventil hätte ansprechen müssen.

So galt Ende letzter Woche als wahrscheinlichste Hypothese, daß entweder das Überdruckventil geklemmt habe oder daß es nicht rechtzeitig ansprechen konnte, weil sich das Sauerstoffgemisch — aus noch ungeklärten Gründen — plötzlich und sehr rasch aufheizte.

Um die Ursachen genauer zu erforschen, war die Bodenmannschaft noch in der Nacht zum Mittwoch darangegangen, mit Duplikaten der Sauerstofftanks den Hergang der Ereignisse in Vakuum-Testkammern nachzuvollziehen.

Zugleich begann die Detektivarbeit an allen Dokumenten über Materialprüfungen und Testergebnisse, die bei der Fertigung der Tanks für die Versorgungseinheit mit der Baunummer 109 gesammelt worden sind. Und wichtige Hinweise erhoffen sich die Nasa-Ingenieure auch von den Photos, die am Freitag letzter Woche im Weltraum geschossen wurden: Nachdem sie um 14.15 Uhr (MEZ) die Versorgungseinheit von der Kommando-Kapsel getrennt hatten, fotografierten die Apollo-13-Astronauten jenen Bereich ihrer Raumschiffkombination, in dem es dreieinhalb Tage zuvor zur Explosion gekommen war: Sie fanden die Bordwand bei der Sektion IV fast über die ganze Länge aufgerissen, Trümmer hingen heraus, Schrott-Teile flogen nebenher.

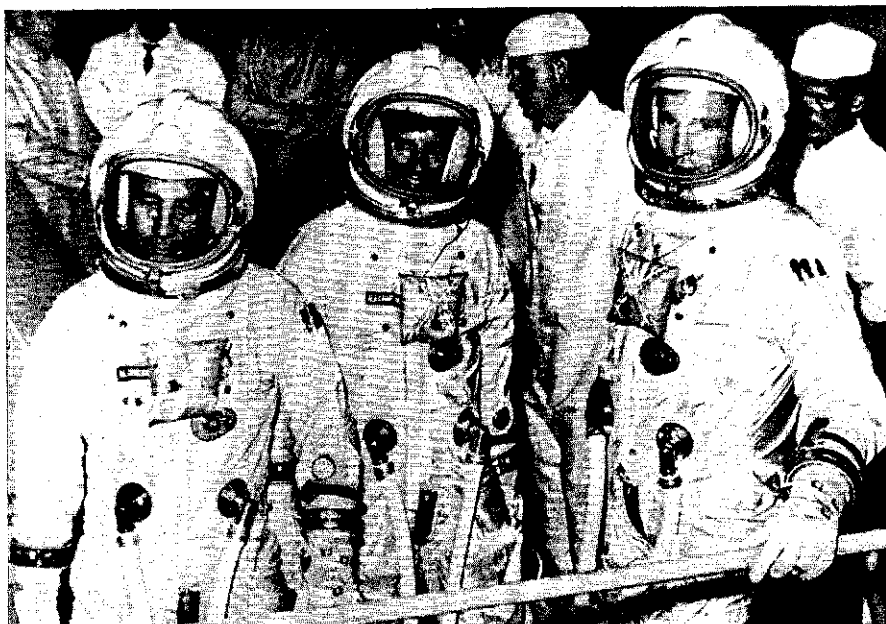
Viereinhalb Stunden später, etwa zur selben Zeit, da eigentlich „Aquarius“ und „Odyssey“ nach dem Rückstart vom Mond hatten koppeln sollen, trat die Kommandokapsel mit glühendem Hitzeschild in die Lufthülle der Erde ein.

Fünf Tage, 22 Stunden und 54 Minuten nach dem Start von Cape Kennedy bargen Hubschrauber die drei Astronauten aus der Kapsel, die in der ruhigen See des Pazifik, knapp sieben Kilometer vom Flugzeugträger, niedergegangen war.

Die zeitweilig kritischste Mission in der Geschichte der bemannten US-Raumfahrt endete mit einer „Bilderbuch“-Landung. Aber die verhängnisvolle Explosion, die dreieinhalb Tage zuvor den rückwärtigen Teil der Raumschiffkombination zertetzt hatte, war damit doch noch nicht verhallt.

Monate werden vergehen, ehe sich Nasa-Manager und US-Politiker besonnen haben, welche Schlußfolgerungen sie aus dem mißlungenen Unternehmen Apollo 13, das an der Tragödie knapp vorbeisteuerte, ziehen sollen. So zukunftsfröhlich sich Präsident Nixon nach der Rettung gab: „Der rätselhafte Knall im Weltraum, soviel ist wahrscheinlich“, schrieb die „International Herald Tribune“, „wird die ohnehin gedämpften Bemühungen der Amerikaner, über den irdischen Horizont hinauszugreifen, vorerst weiter einschränken.“

• Grissom, Chaffee, White.



Verunglückte Apollo-Astronauten*: Tödliches Feuer beim Test