Wie "Surveyor 5" gerettet wurde

Autor(en): **Watts, Raymond N.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **13 (1968)**

Heft 105

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-899963

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Wie «Surveyor 5» gerettet wurde

von Raymond N. Watts Jr.,
Smithsonian Astrophysical Observatory, USA

Einleitung

Die Sensationen der heutigen Raumfahrt folgen sich so rasch, dass die Leser der Tagespresse kaum noch die Überschriften der Meldungen beachten. Man geht darüber hinweg. Höchst selten bietet sich ein Einblick in das unerhörte technische Geschehen, das hinter einem geglückten Raumflug verborgen ist.

In der Reihe der 6 bis heute gestarteten, unbemannten «Surveyor»-Mondsonden, die eine weiche Landung auf der Mondoberfläche erfordern, ereignete sich auf dem «Surveyor 5» während des Fluges eine technische Störung, die sofort den Erfolg des spektakulären Experimentes in Frage stelllte.

Raymond N. Watts Jr. am Smithsonian Astrophysical Observatorium schilderte in der amerikanischen Astro-Zeitschrift «Sky and Telescope» ausführlich, fast atemberaubend, den Wettlauf mit der Zeit der verantwortlichen Ingenieure, in hektischen, aber geglückten Versuchen, den kostbaren Apparat während des Fluges zu retten. Wir verdanken «Sky and Telescope» die Erlaubnis zur Wiedergabe des Aufsatzes im ORION.

Es war kurz vor 22 Uhr. Im Jet-Propulsion-Laboratorium in Kalifornien klopfte eine lange Reihe schneller Fernschreiber die schlechten Nachrichten heraus: «*Der Helium-Druck fällt*».

Der «Surveyor 5» hatte soeben um 18 Uhr 45 Minuten Pacific-Zeit, Freitag, den 8. September, seine Kurs-Korrektur auf halbem Wege zum Mond beendet. Aber die Fernmelder signalisierten, dass der Druck in den Helium-Tanks, der den Brennstoff in die 3 Steuer-Düsenmotoren fördert, rasch absinke. Der Druck in den kleinen Tanks war von 362 Atmosphären beim Start kaum 18 Stunden später auf 209 Atmosphären gefallen. Und das Fahrzeug hatte noch 48 Stunden Flugzeit vor sich bis zum Mond!

An mehr als 200 wichtigen Stellen im «Surveyor 5» überwachten und registrierten winzige Fühler («Sensoren») Temperaturen, Voltspannungen, Druck und andere lebenswichtige Anzeichen der «Gesundheit» des Raumgerätes. Automatisch in ein Zahlenschema übertragen, wurden alle diese Angaben durch Fernmelder zur Erde geschickt, wo die Fernschreibermaschinen die Nachrichten als Zahlenworte druckten. An diesem Freitagabend druckte eine Maschine «40103950395». Die Zahl meldete in den Augen der Kontrollingenieure den Heliumdruck in den Tanks. Die Zahl «4» im Schema hiess, dass anschliessend eine Meldung über «Antrieb» erfolgen werde, «01», dass es sich um den Helium-Druck handle und «0395» gab den Druck selber an – aus Sicherheitsgründen wiederholt. Das Entzifferungsschema sagte den Ingenieuren: «0395» entspricht einem Druck von 209 Atmosphären.

Kaum war das Leck festgestellt, begannen die besorgten System-Analytiker eine emsige Suche nach der Quelle dieses Versagens und wie diese behoben werden könnte. Sie verdächtigten ein Regulierungs-Ventil und hofften, durch einen erneuten Feuerstoss der Steuer-Düsenmotoren das Ventil schlagartig zu schliessen. Das wurde wiederholt versucht – vergebens. Der Verlust an Helium ging weiter.

Unterdessen untersuchte eine andere Gruppe von Ingenieuren die Möglichkeiten des Weiterfluges ins Ziel, falls das Leck nicht gestoppt werden könnte. Für eine weiche Mondlandung muss bekanntlich die Geschwindigkeit eines eintreffenden «Surveyors» (ca. 3000 km pro Stunde) durch das Feuern des rückseitigen Feststoff-Raketen-Motors abgebremst werden, während die Steuer-Düsenmotoren den Apparat führen und stabilisieren. Ohne diese kleinen Steuer-Düsen bestünde wenig Hoffnung für eine sichere, weiche Landung auf dem Monde. Als Alternative untersuchten die Ingenieure die Möglichkeit, durch ein sofortiges Feuern des Raketenmotors den «Surveyor» in eine elliptische Bahn *um die Erde* zu bringen. Die eintreffenden Fernmeldungen liessen aber keinen Zweifel darüber aufkommen, dass am verdächtigen Regulierungs-Ventil der Fehler liege. Das bedeutete, dass Helium in die Brennstofftanks geriet und durch die dortigen Sicherheits-Ventile, die auf einen Druck von 128 Atmosphären eingestellt waren, in den Weltraum hinaus entwich. Folgerichtig würde dieser Heliumverlust aufhören, wenn der Druck auf diese 128 Atmosphären abgesunken sei. Würde dieser Druck aber genügen, um die weiche Landung auf dem Monde zu sichern?

Am Samstagmorgen ordneten die für das Projekt Verantwortlichen eine Reihe kritischer Versuche an, um festzustellen, wieviel Brennstoff unter diesen Umständen für eine weiche Landung zur Verfügung stünde. Experimente wurden am «Surveyor 6» durchgeführt, der auf Kap Kennedy für seinen Flug vorbereitet wurde, sowie an Versuchsmodellen an der Edwards-Luftwaffen-Basis im Placeterias Canyon in Kalifornien. Diese Versuche ergaben, dass eine weiche Landung möglich sei.

Aber die Feuerstösse in der vergangenen Nacht, im Bestreben das fehlerhafte Ventil zu schliessen, hatten das Fahrzeug aus seinem Kurs zum Mond geworfen. Deshalb wurden am gleichen Morgen die Steuerdüsen gefeuert, um den Surveyor in die alte Zielrichtung zu bringen. (Anm. des Übersetzers: man vergegenwärtige sich, dass alles das, was hier beschrieben wird, auf einem unbemannten Apparat durchgeführt wurde, der – völlig unsichtbar von der Erde aus – in einer Entfernung von 2–300 000 Kilometer durch den Raum raste.)

Samstagnachmittag erfolgten weitere Feuerstösse. Die Flugbahn-Spezialisten berechneten sorgfältig diese Bahnkorrekturen, die zudem den Brennstoff-Vorrat auf eine ganz bestimmte Höhe reduzierten. Es galt, das Gefährt möglichst nahe am vorausbestimmten Ziel zur Landung zu bringen. Anschliessend musste ein neues Bahnprofil und ein neues Landungs-Befehlsprogramm gerechnet werden.

Da die mögliche Betriebsdauer der Steuerdüsen bedenklich gekürzt worden war, musste der grosse Ra-

keten-Motor (auf dessen Feuerstrahl der komplizierte Apparat reitend und abgebremst zur Mondoberfläche herabsinken muss. D. Üb.) bis auf eine Höhe von 700 Metern über dem Mondboden arbeiten, anstatt der normalen 11 000 Meter. Das war gefährlich niedrig, denn eine *Sekunde* Brenndauer mehr oder weniger bedeutete eine Höhendifferenz von 3000 Metern. Wenn der grosse Feuerstrahl des «Surveyor 5» auch nur ein paar Zehntelssekunden aussetzte, würde der Apparat auf dem Mondboden zerschellen.

Deshalb begann in aller Eile eine Suche nach Möglichkeiten, die Steuer-Düsenmotoren bis zum Äussersten auszunützen, so dass der Brennschluss des grossen Raketenmotors in grösserer Höhe organisiert werden könnte. Versuche und stundenlange Berechnungen an elektronischen Computern zeigten schliesslich, dass da ein Pfund Brennstoff, dort ein halbes Pfund eingespart werden könne, bis schliesslich der Vorrat an verwendbarem Brennstoff von 25,6 kg auf 40,5 kg anstieg. Das ermöglichte den Brennschluss des Raketenmotors höher, auf knapp 1500 Meter über dem Mondboden anzusetzen.

Ein neues Problem stellte sich durch den «RADVS», dem automatischen Radar-Höhenmesser und dem Doppler-Geschwindigkeits-Fühler. Seine 4 auf den Mond gerichteten Radarstrahlen bestimmen laufend die Höhe und Richtung des stürzenden Gerätes und dirigieren in diesen kritischen Sekunden die Feuerstösse der Steuer-Düsen. Frage: würde für den RADVS genügend Zeit zur Verfügung stehen zur Kontrolle des Fluges nach einem derart niederen Brennschluss?

Die sich aufdrängende Lösung hiesse, den RADVS früher einzuschalten. Aber dieses Signal an den RADVS zur Übernahme der Operationsleitung war mit dem Abwurf des ausgebrannten Raketenmotors verbunden. Das Problem löste sich am Sonntagmorgen. Versuche mit einem Surveyor-Prototyp zeigten, dass die Explosiv-Bolzen, die den grossen Feststoff-Raketenmotor im Gestänge sicherten, schon *während* des Feuerns zur Explosion gebracht werden könnten. Dies würde den RADVS in Betrieb setzen, aber der Motor würde dennoch durch seinen eigenen Druck an seinem Platze festgehalten. Bei Brennschluss würde er einfach abfallen.

Am Ende – im Wettlauf mit der immer knapper werdenden Zeit – erfolgte die Aufstellung und Übertragung eines Befehl-Programmes auf Lochstreifen am «Surveyor 5», da eine Führung von Menschenhand in einer derart komplexen Situation unsicher erschien.

Um 17 Uhr 44 Minuten und 38 Sekunden signalisierte der «Surveyor 5» eine Höhe von 96 km über dem Mond. Der Befehlstreifen begann zu laufen. Die Einschaltung des Raketenmotors wurde um 12,5 Sekunden verzögert, d. h. bis zu einer Höhe von 50 km anstatt der üblichen Höhe von 91 km. 2 Sekunden vor Brennschluss aktivierte der Abwurfbefehl, d. h. die Explosion der Motor-Bolzen den RAVSD und auf ungefähr 1500 Meter Höhe erfolgte Brennschluss, während der Surveyor mit bereits stark reduzierter Geschwindigkeit von etwa 95 km pro Stunde niederging. Die Steuer-Düsen verlangsamten diese Fallgeschwindigkeit auf Null, zu einem momentanen Stop in knapp 5 Meter über dem Mondboden. Der «Surveyor 5» plumpste dann in freiem Fall auf den Mond, 17 Uhr, 46 Minuten, 46 Sekunden, Pacific-Zeit, Sonntag, den 10. September, nur 28 km vom ürsprunglich geplanten Ziel entfernt.

Die Versuche auf der Erde hatten vorher ergeben, dass die Steuer-Düsenmotore beginnen würden zu versagen, wenn der Helium-Druck über dem Brennstoff auf 38,68 Atmosphären absinke. Nach der Landung meldeten die Fernmesser von «Surveyor 5» einen Helium-Druck von 38,79 Atmosphären!

Unmittelbar nach der Landung begann der Surveyor seine Umgebung zu photographieren. Er war in einem kleinen Krater im Mare Tranquillitatis, auf einem Hang mit etwa 20 Grad Neigung niedergegangen. Das Alpha-Teilchen-Analysiergerät wurde niedergelassen, und ein kurzer Feuerstoss aus den Steuerdüsen sollte deren Wirkung auf den Mondboden zeigen. In diesem Versuch feuerten die 3 Düsen während 0,2 Sekunden mit 8/9.5 und 12,5 kg Druck gegen die Mondoberfläche. Die Staubaufwirbelung war sehr schwach. Eine Aufnahme des untersuchten Bodenstückes durch den Surveyor vor dem Versuch zeigte 4 oder 5 Klumpen. Nach dem Versuch war nur noch einer sichtbar. Dieses Resultat lässt darauf schliessen, dass die «Apollo»-Astronauten bei ihrer Mondlandung kaum durch eine aufgewirbelte Staubwolke, verursacht durch den Feuerstoss des grossen Brems-Raketenmotors am Sehen verhindert würden.

Die vorläufigen Resultate der Bodenanalyse durch die radioaktive Alphazeichen-Bestrahlung wurden am 29. September veröffentlicht. Die untersuchte, kleine Bodenprobe ergab Ähnlichkeit mit irdischem Basalt. Die Analyse: Sauerstoff 53–63%, Silizium 15.5–21.5%, Schwefel, Eisen, Kobalt und Nickel 10–16%, Aluminium 4.5–8.5% und wahrscheinlich kleinere Mengen an Magnesium, Kohlenstoff, Natrium und schwerere Elemente als Nickel.

In einem anderen Experiment zeigte ein Magnet an einer der Fussplatten von «Surveyor 5», dass der Mondboden an dieser Stelle nur einen geringen Eisengehalt aufweist, ein Resultat, das die Ergebnisse des radioaktiven Experimentes bestätigt.

Nach Presseberichten sandte «Surveyor 5» ein Total von 18 006 Fernsehaufnahmen zur Erde, bevor die lange Mondnacht am 24. September auf ihn herabsank.

(Nachschrift: «Surveyor 5» wurde am 14. Dezember 1967 wiederum in Betrieb gesetzt, in Zusammenarbeit mit dem später ebenfalls erfolgreich gelandeten und am 24. November abgeschalteten «Surveyor 6».)

Übersetzung aus «Sky and Telescope» *34* (1967) Nr. 5, November, S. 305, von Hans Rohr.