

Bernd Leitenberger
Raumsonden

Bernd Leitenberger
Raumsonden

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek. Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2018: Bernd Leitenberger
<http://www.raumfahrtbuecher.de>
Herstellung und Verlag: Books on Demand GmbH, Norderstedt
1. Auflage 2018
ISBN-13:

Vorwort

Meine Faszination für die Raumfahrt begann 1980, als ich von Bruno Stanek das Planetenlexikon las. Mich faszinierten vor allem die Aufnahmen der Viking und Voyager Raumsonden. Ich begann mich mit diesen näher zu beschäftigen und heute sind Raumsonden neben Raketen mein Hauptinteressengebiet bei der Raumfahrt. So liegt es nahe, ein Buch über sie zu schreiben. Mehrere Bücher über Trägerraketen habe ich ja schon veröffentlicht. Doch lange schreckte ich davor zurück. Alleine auf meiner Website gibt es genug Material um mehrere Tausend Seiten zu füllen, das war mir einfach zu viel Arbeit. Dieser Band richtet sich daher nicht an diejenigen, die alle technischen Details über eine Mission wissen wollen, sondern an die, die eine kurze Zusammenfassung der Geschichte, Mission, Technik und Ergebnisse interessiert. Daher auch die Eingruppierung in die Edition „Raumfahrt kompakt“.

Schon die Abgrenzung, was in das Buch aufgenommen werden sollte, fiel nicht leicht. Nimmt man die einfachste Definition „Eine Raumsonde ist eine Sonde, die das Gravitationsfeld der Erde verlässt“ so muss man die Mondsonden und alle Körper, die in den Librationspunkten stationiert sind, weglassen. Denn sie befinden sich noch in der Erdgravitationsosphäre, zumindest bei den am Punkten L2 und L3.

Nimmt man die Definition „Eine Raumsonde erforscht die Körper des Sonnensystems außer der Erde“, so muss man alle Sonnenbeobachtungssatelliten hinzuzählen. Ich habe folgenden Kompromiss geschlossen: ich bespreche alle Raumsonden die zu makroskopischen Körpern (Planeten, Monde, Planetoiden) aufbrachen und alle, die das interplanetare Medium und seine Wechselwirkung mit der Sonne untersuchen, aber keine Mission, die sich primär mit der Sonnenforschung oder Weltraumwettervorhersage beschäftigt.

Ein zweites Problem, das sich stellt, ist, wie man die Missionen am besten anordnet. Man könnte sie nun alphabetisch sortieren. Das wäre das was man von einem Lexikon erwartet. Ich nehme aber an, dass die meisten Leser dieses Buch linear durchlesen werden und nicht nachschlagen. Das geht heutzutage einfacher im Web. Diese Reihenfolge ist auch deswegen schlecht gewählt, weil sie nicht die Geschichte und Ereignisse wiedergibt: Im Normalfall wird eine neue Mission auf der Basis der Ergebnisse einer vorhergehenden Mission konzipiert. Eine rein chronologische Reihenfolge gibt dies wieder, auch das zumindest in den Sechziger bis Anfang der

Siebziger Jahre ausgeprägte Weltraumrennen wird so an der Missionsabfolge deutlich. Doch da die Missionen von verschiedenen Ländern geplant wurden, ist auch diese Reihenfolge nicht sinnvoll. Ich entschloss mich zu einer anderen Reihenfolge: Die Raumsonden sind nach Ländern und dort dann chronologisch sortiert. So bekommt man einen guten Einblick in die Forschungsaktivitäten jeder Nation.

Zwei Dinge sind für das Verständnis wichtig. Zum einen ist ihre Aufgabe in der Regel eine Forschungsaufgabe. Daher sollte man über die Instrumente und was für Ergebnisse sie liefern, Bescheid wissen. Das Zweite ist die Erreichbarkeit des Ziels. Die frühen Missionen führten zu den erdnahen Planeten, weil man mit den Trägerraketen nur kleine Sonden zu weiter entfernten Zielen bringen konnte und weil die Reisedauer dann deutlich ansteigt. Damals traute man der Technik aber noch keinen so langen Betrieb zu. Diese beiden Punkte habe ich in zwei größeren Sonderkapiteln dem eigentlichen Teil mit den Raumsonden vorangestellt. Dies erspart mir etliche Wiederholungen in den Einzelartikeln.

Abgerundet wird jede Raumsonde durch ein Datenblatt, das angesichts der vielen unterschiedlichen Sonden nicht alle Details wiedergeben kann, aber doch einen Überblick erlaubt.

Ostfildern, im Juli 2017

Bernd Leitenberger

Inhaltsverzeichnis

Instrumente.....	8
Himmelsmechanik.....	36
USA.....	41
Pioneer 0-2.....	42
Pioneer 3+4.....	46
Atlas Able / Pioneer P.....	48
Pioneer 5.....	52
Ranger.....	55
Mariner 1+2.....	63
Mariner 3+4.....	67
Pioneer 6 – 9.....	72
Surveyor 1-7.....	76
Lunar Orbiter.....	84
Mariner 5.....	93
Mariner 6+7.....	97
Mariner 8+9.....	101
Pioneer 10+11.....	106
Mariner 10.....	112

Mariner 8+9

Der folgenreichtig nächste Schritt nach der Mariner 6+7 Mission war es, eine Raumsonde in den Marsorbit zu bringen. Vom Orbit aus konnte man dauernd den Mars beobachten, nicht nur einige Stunden beim Vorbeiflug. Die Atlas Centaur hatte auch genügend Kapazität für dieses Vorhaben. So entstand schon vor dem Start von Mariner 6+7 das Nachfolgeprojekt Mariner Mars 1971. Es wurde relativ spät genehmigt, am 14.11.1968 also nur wenige Monate vor dem Start von Mariner 6+7.

Mariner 8+9 wurden aus den Mariner 6+7 entwickelt, was die Entwicklungskosten begrenzte. Der gesamte Sondenrundkörper inklusive Kommunikationseinrichtungen und Elektronik wurde übernommen. Ohne das Antriebssystem wog die Sonde fast genauso viel wie Mariner 6+7. Neu war ein Triebwerk mit zwei Tanks für Oxidator und Treibstoff. Es war nur für Bahnänderungen zuständig. Für Lageänderungen wurde wie bisher Stickstoff unter Druck verwendet. Die Elektronik wurde verbessert, so hatte der Sequenzer nun 512 anstatt 128 Speicherplätze und das Magnetbandlaufwerk speicherte die Daten digital – die bis zum Senden analoge Verarbeitung der TV-Bilder wurde bei Mariner 6+7 für das erhöhte Rauschen verantwortlich gemacht.

Auch die Instrumente basierten auf den Vorgängern bei Mariner 6+7. Es war sogar dieselbe Suite: Infrarotradiometer und UV-Spektrometer basierten auf den Mariner 6+7 Instrumenten. Beim TV-System wurden die Optiken erneut verwendet, jedoch neue Videocon-Röhren eingesetzt. Es gab eine Weitwinkelkamera und eine Telekamera. Erstmals waren durch Farbfilter auch Farbaufnahmen möglich. Neu war nur das Infrarotspektrometer, das auf einem schon eingesetzten Instrument des Nimbus-Wettersatelliten basierte.

Dank der Verwendung von schon entwickelten Teilen war die Mission von Mariner 8 und 9 nicht teurer als die von Mariner 6+7.

Geplant war für die Doppelmission eine Aufteilung der Aufgaben. Mariner 8 sollte in eine elliptische Umlaufbahn mit einer hohen Bahnneigung mit einer Periode von 12 Stunden einschwenken. Im marsfernsten Punkt konnte die Sonde so alle 24 Stunden (zwei Umläufe) die Daten zur Erde übermitteln. Gewonnen wurden diese rund um den marsnächsten Punkt. Sie wurden auf ein Magnetband, das 180 Mbit oder 32

Bilder speichern konnte, gesichert. Mariner 8 hätte so 70 % der Marsoberfläche kartiert. 5 % der Oberfläche sollte im Detail erfasst werden.

Mariner 9 sollte dagegen in eine Umlaufbahn mit kleinerer Bahnneigung und einer Periode von 20,5 Stunden gelangen. Sie hatte die Aufgabe Veränderungen der Atmosphäre und der Oberfläche über die Mission zu erfassen. Man erwartete eine Ausbeute von mindestens 5.000 Bilder von beiden Sonden. Die primäre Mission im Marsorbit betrug nur 90 Tage.

Aufgrund der Verwendung von schon entwickelter Hardware konnten die Raumsonden in nur 30 Monaten entwickelt und gebaut werden. Der Start von Mariner 8 scheiterte, da die Korrektur des Autopiloten um eine Achse ausgefallen war und die Oberstufe zuerst taumelte und sich dann abschaltete. Der für den 14.11.1971 vorgesehene Start von Mariner 9 wurde verschoben, um das Problem zu analysieren und den Autopiloten der Centaur zu überprüfen. Schließlich startete Mariner 9 am 30.5.1971. Nach zwei Bahnkorrekturen schwenkte die Raumsonde am 13.11.1971 in eine erste Umlaufbahn ein. Diese wurde am 16.11. in eine 12 Stundenbahn abgewandelt – Mariner 9 musste nun beide Messprogramme absolvieren und bekam die Kartierungsbahn von Mariner 8. Die Kartierung war das wichtigere Ziel.

Die ersten Aufnahmen aus dem Orbit waren enttäuschend. Schon beim Anflug zeigten erste Probeaufnahmen, dass sich auf dem Mars ein globaler Staubsturm entwickelt hatte. Dies passiert regelmäßig, wenn der Mars seinen sonnennächsten Punkt durchläuft. Mariner 9 sandte weiter Aufnahmen zur Erde, doch auf den Bildern sah man lange Zeit fast nichts. Nur vier Punkte waren deutlich zu erkennen, dies waren die Calderen der Tharis-Vulkane und Olympus Mons. Aus dieser Zeit stammen die einzigen Farbaufnahmen der Mission, denn bei der Weitwinkelkamera blieb nach 70 Tagen das Filterrad stecken und die Telekamera deckte so kleine Gebiete ab, dass man nicht drei Bilder für ein Farbbild opfern wollte. Man nutzte diese Zeit auch für Beobachtungen der Marsmonde Phobos und Deimos.

Ab Mitte Januar 1972 konnte man in höher gelegenen Regionen wieder den Boden ausmachen. Bis Ende Februar 1972 hatte man schon 20 Vulkane entdeckt. Bis dahin war auch die Sicht in niedrig gelegene Gebiete klar. Mariner 9 musste das Programm

beider Sonden zu erfüllen und machte auch Teleaufnahmen der Oberfläche, wobei der marsnächste Punkt alle 17 Tage einmal um den Mars wanderte.

Die 90 Tage im Orbit wurden am 11.2.1971 erreicht und die NASA verkündete, dass die Sonde ihr Primärziel erfüllt habe und den Mars zwischen 65 Grad südlicher und 50 Grad nördlicher Breite kartiert habe.

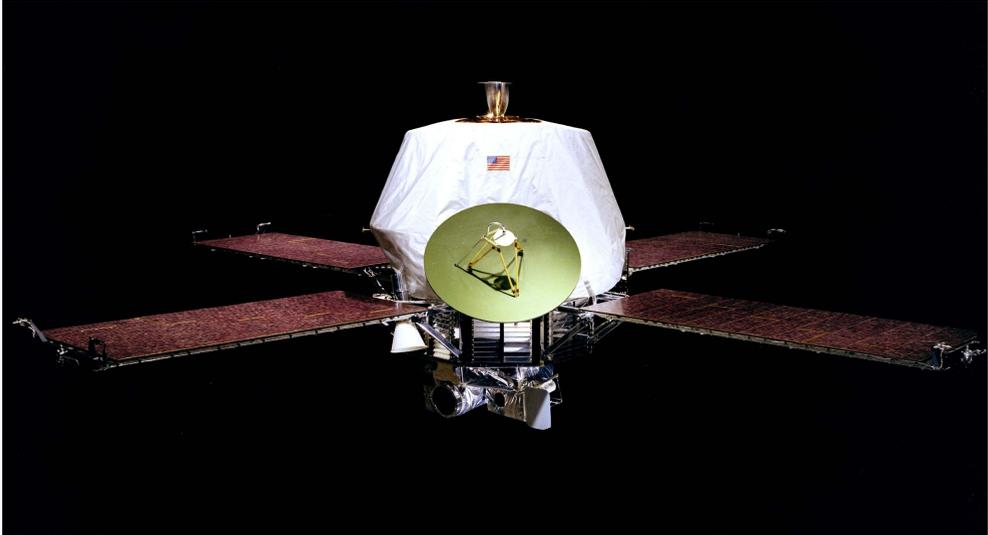
Mariner 9 machte weiter. Im Juli 1972 entdeckte man ein Leck im Druckgastank für den Stickstoff. Mariner 9 hatte noch genügend Treibstoff für das Haupttriebwerk, brauchte aber zur Lageregelung den Stickstoff. Der laufend abnehmende Druck begrenzte die Mission. Das JPL konzentrierte sich nun auf Detailaufnahmen der geplanten Landeplätze für die Vikingmission. Leider war die Weitwinkelkamera defokussiert und auch die Nachführung machte Probleme. Das führte zu verschmierten Bildern, weshalb man schon am 30.12.1971 den marsnächsten Punkt des Orbit anhob. Zudem bildeten die Kameras noch größere Gebiete ab, wodurch die Kartierung schneller die Oberfläche abdecken würde.

Am 27.10.1972 nach 349 Tagen im Orbit war der Vorrat an Lagekontrollgas erschöpft und Mariner 9 wurde abgeschaltet. Sie hatte insgesamt 7.329 Bilder übermittelt. Aus 1.500 Aufnahmen erstellte man eine Marskarte mit einer Auflösung von 1-2 km ausreichend für eine Karte im Maßstab 1:5 Millionen. Etwa 1-2% der Oberfläche wurden durch die Telekamera erfasst. Hier lag die Auflösung bei 100 – 300 m. Ausreichend für Karten im Maßstab 1:300.000 bis 1:1.000.000.

Auch die anderen Experimente lieferten Ergebnisse, zusammen mit den Bildern insgesamt 54 GBit an Daten. Man hatte eine globale Temperaturkarte und Spektren der Atmosphäre. Während des Staubsturms konnte man sogar die chemische Zusammensetzung des Staubs ermitteln, er setzte sich aus Silikatsand von differenziertem Gestein zusammen. Weiterhin sanken die globalen Temperaturen während des Staubsturms drastisch ab.

Mariner 9 konnte durch die längere Betriebsdauer, obwohl man während der ersten zwei Monate kaum auswertbare Bilder erhielt, das Messprogramm beider Sonden abarbeiten und sie machte den Weg für die nun kommende Vikingmission frei.

Datenblatt Mariner 8+9	
Start:	8.5.1971 Mariner 8 (Atlas Centaur AC24), Fehlstart 30.5.1971 Mariner 9 (Atlas Centaur AC23)
Ankunft:	13.11.1971 Mariner 9
Umlaufbahnen:	13.11.1971: 1.397 × 17.616 km × 64.28 Grad. Periode: 12,567 Stunden 16.11.1971: 1.387 × 17.123 km × 64.3 Grad. Periode: 11.98 Stunden. 30.12.1971: 1.653 × 16.915 km × 64.3 Grad. Periode: 11.99 Stunden.
Missionsende:	27.10.1972
Mission:	Marsorbiter
Gewicht:	998 kg Startmasse, 544 kg Trockenmasse
Abmessungen:	4,35 m Spannweite, 2,29 m Höhe. Zentraler Körper: 1,384 m Durchmesser
Instrumente:	Vier Instrumente im Gesamtgewicht von 63,7 kg: <ul style="list-style-type: none"> • TV Kameras (Weitwinkelkamera 50 mm Brennweite, 10.50 × 13.56 Grad Gesichtsfeld) + Telekamera (508 mm Brennweite, 1.092 × 1.413 Grad Gesichtsfeld), jeweils 700 × 832 Pixel, 9 Bits/Pixel • IR-Spektrometer, empfindlich zwischen 6 bis 50 µm Wellenlänge, spektrale Auflösung 1,2 bis 2,4 cm⁻¹ • IR-Radiometer: 0,12 bis 0,6 Grad Auflösung. Räumliche Auflösung 20-25 km. • UV-Spektrometer: empfindlich zwischen 110 und 352 nm. Die spektrale Auflösung betrug 1,5 nm. • Radio Science-Bedeckungsexperimente mit dem Sender der Sonde
Ergebnisse:	85 % der Oberfläche kartiert, Detailaufnahmen von 1-2 % der Oberfläche Genauere Temperaturprofile und Atmosphärenspektren entlang des Flugpfades. Viking-Landeplätze und Marsmonde erfasst,
Bilder:	7.329 Aufnahmen, davon 1.500 Weitwinkelaufnahmen 54 GBit Gesamtdatenmenge.
Kosten:	129 Millionen \$ Raumsonden, 20 Millionen \$ Trägerraketen, 8 Millionen \$ Missionsverlängerung, 157 Millionen \$ gesamt



17. Abbildung: Mariner 9 in Flugkonfiguration und Aufnahme der Südpolkappe

