

Zweite weiche Landung auf der Venus

Am 22. Juli um 8.29 Uhr Moskauer Zeit setzte die automatische interplanetarische Station Venus 8 auf dem Planeten Venus auf. Damit ist zum zweitenmal eine sowjetische Raumsonde weich auf der Venus gelandet.

Die Station Venus 8, die am 22. März gestartet wurde, legte auf ihrem 117tägigen Flug über 300 Millionen Kilometer zurück. Beim Eintritt in die Venusatmosphäre löste sich der Landeapparat von der Sonde und sank an einem Fallschirm zur Oberfläche der Venus. Der Landeapparat benötigte für den Abstieg 109 Minuten. Während der Landung und der anschließenden 50 Minuten wurden wissenschaftliche Informationen zur Erde übertragen. Zum erstenmal wurden Experimente vorgenommen, bei denen Beleuchtungsstärke, Druck und Temperatur in der Atmosphäre und an der Oberfläche des Planeten auf dessen Tagseite gemessen wurden. Auch wurden Angaben über den Charakter des Oberflächengesteins der Venus gewonnen.

Die Station Venus 8 hatte während ihres Fluges zur Venus 86mal Funkkontakte mit dem Zentrum für kosmische Fernverbindungen der UdSSR. Schon auf dem Flug wurden ständig die physikalischen Eigenschaften des interplanetaren Raumes, darunter die Wasserstoffkonzentration und die Ströme des Sonnenplasmas, gemessen.

In einer Reportage aus dem Zentrum für kosmische Fernverbindungen der UdSSR schreibt „Prawda“-Korrespondent V. Smirnow:

Bis zum Eintauchen der Sonde in die Atmosphäre der Venus bleibt noch rund eine Stunde. Auf einem großen grünen Bildschirm leuchten in länglichen und quadratischen Blickfenstern Zahlen auf, flitzen bläuliche Schlangen vorbei. In diesem Saal empfinden wir gleichsam den Atem anderer Welten. Mit jeder Sekunde nähert sich die Station der Oberfläche des Planeten. Ein Beobachter an Bord würde die Venus nicht als eine reife, durchsichtige Weintraube, wie sie von der Erde aus zu sehen ist, sondern als eine große helle Scheibe erblicken. Doch ist es jetzt Morgen bei uns im Zentrum, die Sonne strahlt und die Venus bleibt unsichtbar.

Die Venus kehrt der Erde bei größter Annäherung immer ihre Nachtseite zu. Beleuchtet bleibt nur ein Rand der Venus. Diesmal richteten die Wissenschaftler die Station erstmals auf diesen beleuchteten sichelförmigen Streifen.

Folgendes erzählt mir Dr. habil. M. Marow, der Leiter des Experiments:

„Die Liste der Probleme, die vor den Wissenschaftlern stehen, die den Planeten Venus erforschen, ist sehr umfangreich. Deshalb müssen wir uns auf das beschränken, was von erstrangigem Interesse ist. Die bei der Untersuchung der Venus eingesetzten ersten Stationen mußten daher die Frage beantworten: Was stellt die Venusatmosphäre dar? Alle Stationen — von Venus 4 bis zu Venus 7 — drangen auf der Nachtseite des Planeten in die Venusatmosphäre ein.

Von der Station Venus 8 erwarten wir Antwort auf eine neue Frage: Wodurch unterscheiden sich die physikalischen Bedingungen auf der Tagseite von denen der Nachtseite? Wie groß sind diese Unterschiede? Die radioastronomischen Beobachtungen von der Erde aus wie auch theoretische Überlegungen sprechen dafür, daß wir keinen sehr großen Unterschied im Druck und in der Temperatur an der Oberfläche des Planeten entdecken werden. Venus 8 muß diese Vermutung experimentell überprüfen.

Ein anderes Problem gilt der Zusammensetzung der Atmosphäre. Im Ergebnis der Experimente mit der Station Venus 4 und den nachfolgenden drei Stationen wurde festgestellt, daß die Atmosphäre hauptsächlich aus Kohlendioxid besteht. Venus 8 wird diese Angaben bestätigen oder widerlegen.

Mit der Station Venus 8 wird erstmals ein Experiment bei der Messung der Beleuchtung des

Planetens vorgenommen, das die Frage beantworten wird, wie die Sonnenstrahlen die dichte Wolkendecke und Atmosphäre der Venus durchdringen. Das wird uns eine Vorstellung von den Wärmebedingungen vermitteln sowie darüber informieren, wie sich die Atmosphäre auf so hohe Temperaturen erwärmt.

Die Messung der Beleuchtungsstärke unter den Wolken wird auch andere Fragen klären. Wenn das Sonnenlicht sogar auf der Tagseite des Planeten sehr stark abgeschwächt ist, herrscht auf der Venus ewige Dunkelheit. Falls die Wolken das Licht — wenn auch mit wesentlicher Abschwächung — durchlassen, kann man unter Berücksichtigung der enormen Temperaturen und Drücke annehmen, daß durch die Superdiffraktion (Beugung) eine Verkrümmung des Horizonts sowie andere ebenso fremdartige Erscheinungen eintreten.

Sehr wichtig ist es zu wissen, welchen Charakter das Oberflächengestein hat. Das wird uns eine Antwort auf die Frage nach der geologischen Geschichte und der Evolution des Planeten Venus liefern.“

Bei der Landung der Station auf der beleuchteten Seite, das heißt am „Rande“ der Venuskugel, stand die Erde nicht im Zenith. Das stellte erhöhte Anforderungen an die Antennen, über die die Funkinformationen übertragen wurden. Die Erde durfte ihrem „Gesichtsfeld“ nicht entgleiten. Auch eine Reihe anderer Schwierigkeiten mußten überwunden werden.

Der 500. Kosmos-Satellit

Prof. Wladimir Michailow

In der Sowjetunion ist am 10. Juli der 500. Erdsatellit der Kosmos-Serie gestartet worden. Im Laufe von gut zehn Jahren bewältigten die Satelliten dieser Reihe ein riesiges Forschungsprogramm.

Die Erschließung des Weltraums wurde in der Sowjetunion auf eine industrielle Grundlage gestellt. Insbesondere die Satelliten der Kosmos-Serie sind ein beredtes Zeugnis für die Rationalisierung der Probleme, die gegenwärtig vor der Raumfahrt stehen. Im wesentlichen werden heute die vielfältigen wissenschaftlichen Aufgaben des Kosmos-Programms mit einigen wenigen standardisierten Typen dieser Satelliten erfüllt.

Die Erfahrungen, die bei der Entwicklung der ersten Satelliten für konkrete wissenschaftliche Experimente gesammelt wurden, ermöglichten es, die Fristen bei den späteren Entwicklungsarbeiten beträchtlich zu verkürzen und zugleich die Kosten zu verringern. Daraufhin wurde beschlossen, die zweckmäßigsten Lösungen zu „vervielfältigen“. Zunächst wurde für Satelliten verschiedenartiger Zweckbestimmung ein einheitlicher Bausatz von Hilfssystemen und Geräten mit geringen Abmessungen entwickelt: das Funkfernmeßsystem mit Datenspeicher, die Empfangsanlage für Funkbefehle, eine Vorrichtung zur Funkkontrolle der Bahnparameter, ein Bordgerät für die Zeitgebung sowie Orientierungs-, Energie- und Temperaturregelungssysteme. Mit diesem Komplex von Hilfssystemen begann die allgemeine Standardisierung, die den Serienbau von Satelliten möglich machte.

Es wurden drei Haupttypen von Kosmos-Satelliten entwickelt. Der erste Typ, ein sich nicht orientierender Satellit mit chemischen Stromquellen, wird für kurzfristige wissenschaftliche Experimente eingesetzt. Für längere Untersuchungen sind ein sich nicht orientierender Satellit mit Solarzellenbatterien und ein sich nach der Sonne orientierender Satellit bestimmt. Außerdem wurde für wissenschaftliche Experimente, die eine genaue Orientierung nach der Erde auf tiefen, fast kreisrunden Bahnen erfordern, der Satellit Kosmitscheskaja Strela (Weltraumpfeil) entwickelt, bei dem zum erstenmal in der Welt ein aerogiroskopisches Stabilisierungssystem mit einem aerodynamischen Stabilisator verwendet wird.

Als Gehäuse der standardisierten Satelliten dient ein Zylinder mit halbsphärischem Boden. Innen ist er in drei Zellen eingeteilt, in denen sich die Stromquellen, die Hilfsapparatur und die wissenschaftlichen Geräte befinden. Die Solarzellenbatterien sind an der Oberfläche des Gehäuses angeordnet. Dort werden auch an eigens für diesen Zweck vorgesehenen Stellen und Auslegern

Geräte und Impulsgeber der wissenschaftlichen Apparatur montiert, die je nach den Aufgaben des jeweiligen Experiments sehr verschiedenartig sein können. Im Inneren des luftdichten Gehäuses ist ein bestimmter Raum für die wissenschaftliche Apparatur vorhanden.

Um für die Bordsysteme normale Temperaturbedingungen zu gewährleisten, wird das Satellitengehäuse mit einem Gas als Wärmeträger gefüllt. Die untere, als Kühler dienende Halbsphäre ist mit Jalousien versehen. Nimmt die Temperatur im Inneren ab, so wenden sich die Jalousienflügel mit der mit einem Überzug versehenen Seite nach außen. Diese Seite besitzt den größten Koeffizienten der Absorption von Sonnenstrahlen.

Wird es im Inneren zu heiß, so wird die andere Seite der Jalousienflügel, die Wärme abgibt, nach außen gekehrt.

Die Arbeit der wissenschaftlichen Geräte wird durch Zeitprogramm-Vorrichtungen und bei Aufnahme von Funkkontakten über die Funkbefehlsvorrichtung gesteuert. Zur Übertragung wissenschaftlicher Daten an die Bodenstation auf der Erde wird ein Funkfernmeßsystem mit Datenspeicher verwendet. Dieses System erlaubt — wenn sich der Satellit im Wirkungsbereich der Empfangsstellen auf der Erde befindet — die Durchgabe von Informationen während des Experiments, oder — wenn er sich außerhalb des Empfangsbereichs bewegt — die Registrierung von Meßergebnissen im Datenspeicher.

Mit standardisierten Kosmos-Satelliten wurden wissenschaftliche Experimente sowohl im Rahmen des von TASS am 16. März 1962 bekanntgegebenen Programms als auch im Einklang mit dem Programm für internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Erforschung und Nutzung des Weltraums für friedliche Zwecke unternommen. Bei den Flügen der Satelliten Kosmos 261 und Kosmos 348, die geophysikalischen Untersuchungen galten, sind beispielsweise die Beobachtungen von den Bodenstationen mehrerer Länder aufgezeichnet worden.

An der Vorbereitung und Durchführung von Experimenten mit standardisierten Kosmos-Satelliten sind maßgebliche Institute der Akademie der Wissenschaften der UdSSR und anderer Ressorts beteiligt sowie wissenschaftliche Institutionen der Länder, die Forschungsaufgaben im Rahmen des Interkosmos-Programms übernommen haben. Die Flüge der 500 Satelliten der Kosmos-Serie erbrachten in großem Umfang äußerst wertvolle wissenschaftliche Informationen.

Himmelsmechanik im Zeitalter der Raumfahrt

Die Himmelsmechanik, die Lehre von der Bewegung der Körper im Weltraum, hat in drei Jahrhunderten Beachtliches geleistet. Die Berechnung der genauen Bahnen der Planeten, der Sonne und der Sterne sowie die Berechnung der Flugbahnen der künstlichen Satelliten nahm der Mensch vor, ohne die Erde verlassen zu haben. Aber schon sein erster Kontakt mit dem Kosmos zeigte, daß die Berechnungen, die auf den klassischen Prinzipien beruhen, nicht mehr den präziser gewordenen neuen Beobachtungen entsprechen.

Mit der Präzisierung der klassischen Methoden befaßten sich in zehnjähriger Arbeit die Moskauer Mathematiker Jewgeni Axjonow, Wladimir Djomin, Georgi Duboschin, Jeweni Grebenikow und Michail Kislik. 39 wissenschaftliche Abhandlungen sind die Basis, auf der die neuen Berechnungsmethoden beruhen.

Die alten Griechen kannten die Gesetze des „Gemeinschaftslebens“ am Himmel noch nicht, sie konnten sich nicht vorstellen, wie fest die Bande zwischen einem verirrt Asteroid und den riesigen Sternen und zwischen jedem Gestirn und den unzähligen „kleinen Planeten“ sind, aber sie glaubten intuitiv daran, daß der Kosmos „unbedingt gut aufgebaut“ sein müsse.

Alles bewegte sich stetig, als sei es auf ewig fest zusammengefügt. Aber nach welchen Gesetzen? Für ihre Geheimnisse forderte die Natur einen hohen Preis — nicht einfach nur Beobachtungen, sondern angespanntes Denken. Und erst nach Nikolaus Kopernikus und Johannes Kepler, Galilei und Isaac Newton zeichneten sich am tief schwarzen Himmel die Triebfedern und Rädchen des „erhabenen Mechanismus“ ab. Seine Erforschung wurde Gegenstand der Himmelsmechanik.

Drei Jahrhunderte blieben ihre Methoden, die auf den Newtonschen Gesetzen beruhen, unerschütterlich. Drei Jahrhunderte ohne grundlegende Ergänzungen, Korrekturen und Verbesserungen sind eine hinreichende Frist, um die wissenschaftliche Methode als „klassisch“ und „traditionell“ zu bezeichnen. Die Berechnung der genauen Planetenbahnen, der Sonnen- und Mondfinsternisse und die Entdeckung der Planeten Neptun und Pluto auf der „Schreibfederspitze“ sind hervorragende Leistungen der traditionellen Methoden. Mit ihrer Hilfe wurden Tausende Bahnen künstlicher Raumflugapparate berechnet. Aber in den letzten Jahren ist es offensichtlich geworden, daß die erprobten Methoden auch ihre schwachen Seiten haben und sich nur dann eignen, wenn sich die Körper auf fast kreisförmigen

Bahnen bewegen, die in einer Ebene liegen.

Das alte System der Bahnberechnung besteht in folgendem: Es wird angenommen, daß sich Körper bei ihrer Bewegung unter dem Einfluß der Gravitationskräfte nur eines benachbarten Objekts größerer Masse befinden. Die Keplerschen Gesetze bestimmen die Bahnen als fast kreisförmige Ellipsen. So bewegen sich auch die durch mächtige Gravitationskräfte miteinander verbundenen großen Massen — Sterne, Planeten, große Asteroide. Diese Körper spüren fast nicht den Einfluß der kleinen Massen, der kleinen Kometen und Asteroiden, der ungleichen Verteilung der Materie in den großen Himmelskörpern. Wir sagen „fast“, weil dieser Einfluß real ist und nach gewisser Zeit die Bahn auch eines riesigen Himmelskörpers verändert. In der Himmelsmechanik wurde als „Kriterium“ für eine gute Theorie festgelegt, daß auf 1000 Umdrehungen des kleineren Körpers um den größeren die berechneten Abweichungen nicht über die Grenzen der Beobachtungsfehler hinausgehen dürfen. Aber was bedeuten 1000 Umdrehungen? Für den Mond zum Beispiel sind das fast 100 Jahre. Bis auf den heutigen Tag wenden die Astronomen ein Berechnungsschema an, das in den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts von dem amerikanischen Mathematiker Georg Hill entwickelt worden war. Der Mond hat seitdem die Erde schon 700 mal umkreist, und das Schema Hills gehört immer noch zur Kategorie der „guten“ Schemata. Aber die Fehler infolge des Einflusses der seinerzeit nicht berücksichtigten Störungen — vor allem durch die Sonne — sammeln sich an, so daß der Mond merklich von der berechneten Bahn abweicht.

Im Unterschied zu den großen Himmelskörpern weigern sich die kleineren Kometen, künstlichen Erdsatelliten und viele Asteroide schon von den ersten Umdrehungen an, den klassischen Bahnen zu folgen. Die Flugbahnen kleiner Körper sind kompliziert und unterscheiden sich von der Keplerschen Ellipse gerade durch dieses ungewisse „fast“. Wie jede Unbestimmtheit ist es vielgestaltig. Es besteht aus allen unberücksichtigten Störungen, etwa der Abplattung des zentralen Körpers, anderen Objekten des Systems und dem Widerstand des Mediums. Manchmal ist sogar der Lichtdruck wichtig, beispielweise für große Satelliten vom Typ der amerikanischen Echo-Ballonsatelliten.

Mit der Präzisierung der Keplerschen Ellipse oder ihrer Ergänzung als erster Näherung befaßt sich die Theorie der kleinen Störungen. Warum gerade der klei-

nen? Störungen, die sich mit jeder Umdrehung anhäufen, werden bald groß.

Die von Axjonow, Duboschin, Djomin, Grebenikow und Kislik vorgenommene Analyse führte zu einer neuen Vorstellung von der „Kleinheit“ der Störungen. Die alte Theorie eignet sich schlecht für die Ausarbeitung einer guten Bewegungstheorie, wenn der summierte Fehler aller „Störungen“ 0,01 Prozent, das heißt einige Bogenminuten von den 360 Grad jeder Umdrehung erreicht. Die Moskauer Mathematiker erarbeiteten eine neue Theorie der gestörten Bewegung, die nicht von der Keplerschen Bahn, sondern von präziseren Modellen ausgeht. Diese unter Berücksichtigung großer Störungen aufgebauten Modelle erforderten auch einen neuen mathematischen Apparat. Seine Ausarbeitung beanspruchte fast zehn Jahre.

Den Kern der Arbeit bilden Modelle des Schwerfeldes der Erde oder ihres Gravitationspotentials, die unter Berücksichtigung des Umstandes ausgearbeitet wurden, daß unsere Erde nur annähernd ein Rotationsellipsoid (Sphäroid) ist. Es war nicht einfach, das reale Schwerfeld in der Sprache der mathematischen Symbole zu beschreiben. Aber weitaus schwieriger war es, nach Einführung dieser Beschreibung in die Gleichung der Bewegung das Endergebnis zu erhalten. Den ersten Erfolg bei der Auswahl der Funktion des Potentials hatte 1957 Professor Kislik. Unabhängig von ihm hatte der amerikanische Mathematiker John Vinty eine andere Beschreibung des Gravitationspotentials gefunden. 1961 arbeiteten Axjonow, Djomin und Grebenikow ein verallgemeinertes Modell des hypothetischen normalen Schwerfeldes der Erde aus. Die von Kislik und Vinty berechneten Potentiale sind Einzelfälle dieses Modells.

Die Präzision der Berechnungen unter Anwendung dieser Modelle ist außerordentlich gestiegen. Bei der Bewegung einer Masse von 1000 Tonnen wird jetzt der Einfluß eines Gewichts von einem Kilogramm berücksichtigt. Und gerade eine solche Genauigkeit erfordern die moderne Astronomie und Kosmonautik. Die weitere Erforschung des Schwerfeldes der Erde und der anderen Planeten, ihrer Atmosphäre, die Einbeziehung der Sterne in das Koordinatensystem der Galaxis und schließlich die Berechnung der astronomischen Konstanten ist ohne eine präzise Bewegungstheorie nicht möglich.

Die hervorragende Bedeutung dieser Arbeit wurde durch die Auszeichnung der Wissenschaftler mit dem Staatspreis der UdSSR gewürdigt.

Dr. Alexander Malinow