

# WILHELM FOERSTER STERNWARTE <sup>E.</sup>/<sub>V.</sub> MIT ZEISS-PLANETARIUM BERLIN

BERLIN 41 Munsterdamm 90 Insulaner Ruf: 796 20 29

## Protokoll der 218. Sitzung der GRUPPE BERLINER MONDBEOBACHTER 1977 September 12

Beginn: 20 Uhr

Es sind erschienen die Damen Amersdorffer, Cordis, Gärtner, Hessdörffer, Jechow, Surawski, Zeuschner sowie die Herren Berger, Buerke, Freitag, George, Hänig, Holtzer, Huffer, Jechow, Kunert, Möller, Prejawa, Rieth, Schmidt, Schulz, Stadler, Völker, Voigt, Witzigmann und Zimmer.

Herr Kunert eröffnet die Sitzung, begrüßt die Teilnehmer und besonders Herrn Zimmer, der wegen Erkrankung sein Referat über die MARSMONDE hätte verschieben müssen.

Herr Zimmer bedankt sich für die erhaltenen Grüße nach der letzten Zusammenkunft der GRUPPE BERLINER MONDBEOBACHTER und beginnt sein Referat über die "Erforschung der Marsmonde im Rahmen des VIKING-Programms". Er betont, daß er den Monat August für das Referat über die Marsmonde bewußt gewählt habe, da im August 1877 die Monde durch Asaph Hall mit dem 26"-Refraktor der Marine-Sternwarte Washington entdeckt wurden, also 100jährigen "Geburtstag" feierten. Dabei waren die Marsmonde von Jonathan Swift in seinem Buch "Gullivers Reisen" bereits im Jahre 1720 literarisch "entdeckt" worden. Sogar die mittleren Abstände in der Größe von 3 Mars-halbmessern und der äußere (die wahren Werte betragen 2.73 und 6.86) sind zufälligerweise fast richtig getroffen.

Es gibt eine umfangreiche Literatur, die sich mit der Frage beschäftigt, wieso Swift zur Vorhersage von zwei Marsmonden kam. Man weiß, daß sich der Dichter mit Zahlenspekulationen in ähnlicher Art wie Kepler beschäftigt hat. Er folgerte: Venus hat keinen Mond, die Erde einen und vom Jupiter waren vier Monde bekannt; der dazwischen liegende Mars müsse also zwei Monde besitzen.

Herr Zimmer schlägt dann vor, die Gelegenheit wahrzunehmen, einen aktuellen Überblick zum letzten Stand des VIKING-Projekts zu geben, da seit nunmehr 12 Monaten VIKING 2 und seit etwa 14 Monaten VIKING 1 auf der Oberfläche des roten Planeten stehe. Zwar werde er jetzt primär über "Wetter" auf dem Mars zu sprechen haben, etwas, was nicht unmittelbar mit dem Mond zu tun habe, aber die Gelegenheit sei günstig, aktuelle Information an doch allgemein interessierte Sternfreunde weiterzugeben; Informationen, die kaum weitere Verbreitung erhielten, da das öffentliche Interesse am VIKING-Projekt sehr stark abgeklungen sei. In der Nähe des Mars und auf der Marsoberfläche arbeiten insgesamt vier Geräte, zwei LANDER und die beiden dazugehörigen ORBITER. Beide LANDER sind noch im vollen Operationsbetrieb, mit Ausnahme der biologischen Experimente, die abgeschaltet sind. Treibgase und Nährlösungen im Bioblock sind verbraucht, da man mehr Experimente als vorgesehen durchgeführt hat.

Die erdgebundenen Marsbeobachter haben die Frage gestellt, ob denn in diesem Jahr die Staubstürme auf dem Mars ausgeblieben seien. Das ist nicht der Fall, denn zwei Staubstürme wurden beobachtet, die durchaus einem Vergleich mit den Stürmen des Jahres 1971 standhalten. Die Meteorologen sind voll auf ihre Kosten gekommen und nicht nur die Meteorologen. Auch auf der Erde haben wir ja das Problem der Luftverschmutzung durch Staub. Es gibt zwei Meinungen über das, was passiert, wenn die Luft mit Staubpartikeln angereichert wird. Die eine Meinung: es wird eine Abkühlung der Oberfläche auftreten, weil die Partikel in der Atmosphäre Sonnenlicht absorbieren. Andere vertreten genau die entgegengesetzte Ansicht, nämlich die Oberfläche werde aufgeheizt, weil zuerst der Staub die Sonnenenergie absorbiert und dann als langwellige Wärmestrahlung zum Boden abstrahlt.

Man konnte dieses Problem durch die zwei großen Staubstürme auf dem Mars in aller Ausführlichkeit studieren. Das Resultat der Messungen ist, daß der Staub die Atmosphäre aufheizt und den normalen Wetterablauf erheblich durcheinander bringt, aber die Oberfläche des Planeten abkühlt. Das ist ein recht erstaunlicher Befund. Noch einige Hinweise zur klimatischen Situation: Wir sind ja durch den Marswinter für die Nordhalbkugel, auf der die LANDER stehen, gegangen und haben jetzt den Marsfrühling erreicht. Diese Feststellungen sind für unsere weiteren Betrachtungen wichtig. Der erste der großen Stürme begann Mitte Februar 1977: auf der südlichen Halbkugel war Frühling, und der Sturm entwickelte sich etwa südlich des Äquators. Beide ORBITER haben den zeitlichen Ablauf im Bild festgehalten. Man hatte den zweiten ORBITER auf eine Periapsis-Höhe von 300 km abgesenkt, um Nahaufnahmen zu erhalten. Der Staubsturm machte jedoch einen Strich durch die Rechnung. Innerhalb von 10 Tagen wurde die Marsatmosphäre mehr und mehr undurchsichtig; nach dem 25. Februar war die Oberfläche nicht mehr zu erkennen. Das Merkwürdige war, daß man mit den LANDERN selbst optisch nichts von dem Staubsturm feststellte, obwohl die ORBITER aus der Umlaufbahn nicht nur den Sturm, sondern auch große Turbulenzzellen beobachteten.

Mitte Mai wurde die Atmosphäre halbwegs wieder optisch durchlässig. In der ersten Juniwoche begann der zweite Sturm. Einige Zahlen: Vor Einsetzen des Sturmes in 25 km Höhe über dem Nordpol war eine Temperatur von  $-138^{\circ}\text{C}$  gemessen worden. Als die Atmosphäre dann staubgetrübt war, stieg die Temperatur auf  $-81^{\circ}\text{C}$  an. Ende Juli, als der zweite Staubsturm abgeklungen war, fiel die Temperatur über dem Pol auf den normalen Wert. Auch weiter südlich, - und wir haben eben die Möglichkeit, darüber etwas zu erfahren, da beide LANDER auf verschiedenen Breiten der Marsoberfläche stehen, - konnte man den Aufheizungseffekt in der Atmosphäre und den Kühleffekt am Boden sehr schön sehen. Die Durchschnittstemperatur<sup>en</sup> in der Umgebung der VIKING-LANDER sanken während des Staubsturms um etwa  $10^{\circ}$ .

Der Luftdruck schwankte während der Stürme sehr stark (um  $\pm 25\%$  des normalen Wertes im Verlauf der Jahreszeiten). Wir haben während des Staubsturms erhebliche Anstiege des Luftdrucks gehabt. Unsere erste Aussage, daß die LANDER vom Staubsturm nichts wahrnahmen, muß etwas differenziert gesehen werden. Man kann mit Hilfe der LANDER bei den Marsmonden Phobos und Deimos, bei der Sonne und bei einigen Sternen die Extinktion (Lichtabsorption durch die Atmosphäre) bestimmen. Im Maximum der Staubstürme betrug die Extinktion etwa 50%! Eine andere bemerkenswerte Beobachtung: Man hatte die Kameras von VIKING 1 so programmiert, daß sie alle 2 Stunden eine Aufnahme der Gegend lieferten: Eine Aufnahme zeigte überraschend keinerlei Hintergrund-Detail. Das ist jedoch nicht auf den Staub in der Atmosphäre,

sondern auf eine große Wolke aus  $\text{CO}_2$  und Eiskristallen zurückzuführen, die sich von Süden her näherte, und die dann in der nördlichen Zone sozusagen "abregnete". Da diese Wolkenfront zusätzlich auch noch Staub transportiert, ist jetzt eine Erklärung der schichtenartigen Struktur der Polkappe leicht möglich, da sie ein jahreszeitliches Phänomen darstellt. Wir haben also in der Terrassenstruktur der Polargebiete sozusagen "Jahresringe" dieses ständigen Massentransports von Pol zu Pol vorzuliegen.

Noch einiges über die gemessenen Temperaturen: Bei VIKING 2 auf  $48^\circ \text{N}$  gab es ein Winter-Temperatur-Minimum von  $-124^\circ$ . Bis zum Zeitpunkt des Referats stieg die Temperatur auf  $-100^\circ$  an. An der anderen Landestelle hatten wir einen ziemlich milden Winter mit einer Minimum-Temperatur von  $-48^\circ$ . Es sollen jetzt wieder bodenmechanische Untersuchungen mit den Greifarmen beginnen.

Wir gehen nun einer weiteren Periode der Marsmonderkundung entgegen. Die Bahn des ORBITER 2 ist bereits entsprechend korrigiert, Begegnungen zwischen ORBITER 2 und dem Marsmond DEIMOS werden nach einer weiteren Korrektur im Abstand von 30 km möglich sein. Allen Beobachtern ist bekannt, daß die Marsmonde zu den schwierigsten Objekten in unserem Sonnensystem zählen. Bis zum Flug von MARINER 6 und 7 war die Literatur über die Monde äußerst dürftig. Eine Ausnahme bildeten ihre aströmétrischen Vermessungen zur Festlegung der Achsenlage des Planeten MARS. Frühe Beobachtungen zeigten scheinbare Verkürzungen der Umlaufzeit des Marsmondes PHOBOS. Bei der theoretischen Deutung dieses Phänomens tauchte die Idee von PHOBOS als Hohlkugel (Kunstmond) auf. Eine andere Deutung war, daß die Marsatmosphäre zwar dünn sei, aber weit in den Raum hinein-reiche und so eine Abbremsung bewirke. Die säkulare Beschleunigung von PHOBOS existiert tatsächlich jedoch nicht.

Die beiden Monde sind sehr klein. Die ersten brauchbaren Aufnahmen, die man sowohl zur Festlegung der Ephemeriden und zur Untersuchung von Oberflächendetails benutzen konnte, gab es im Jahre 1971 mit Hilfe von MARINER 9. Die geometrischen Vermessungen ergaben, daß es sich bei DEIMOS und PHOBOS in erster Näherung um dreiaxiale Ellipsoide handelt.

PHOBOS ist der größere der beiden Marsmonde, mit einer Längsachse von 28 km, mit einer kleinen Achse von 20 km und eine mittlere von 23 km.

Die entsprechenden Werte von DEIMOS betragen 16 km für die große Achse, 10 km für die kleine und 12 km für die mittlere.

Da man die Störungen von PHOBOS auf die Bahnbewegung des ORBITERS von VIKING 1 messen konnte, war es möglich, die Phobosmasse zu bestimmen. Auch halbwegs verlässliche Abschätzung der mittleren Dichte ist gelungen. Darüber gleich mehr. Auch schon mit MARINER 9 fand man, daß das Rückstrahlungsvermögen (die Albedo) sehr gering ist. Es liegt etwa bei 5,5 %, das ist noch weniger als beim Erdmond.

Herr Zimmer zeigt dann eine Anzahl von Dias. Er macht bei einigen Marsaufnahmen noch einmal auf die rötliche Färbung der Marsoberfläche aufmerksam, die durch die Verwitterung von stark eisenoxidhaltigem Basalt entsteht. Bei der Marsatmosphäre sieht man die leicht rötliche Färbung durch feinen Aerosolgehalt. Der Aerosolgehalt schwankt außerordentlich stark.

Die Kameras der beiden VIKING-LANDER haben die Marsmonde regelmäßig zu Eichzwecken und zur Bestimmung der atmosphärischen Extinktion gemessen. Sie haben sie vom Horizont bis zum Zenit verfolgt.



Herr Zimmer zeigt auch einige Bilder vom Marsmond PHOBOS, die durch die Sonde MARINER 9 gewonnen wurden, bei der die Bahn nicht besonders für die Beobachtung der Marsmonde korrigiert wurde. Bei den neueren Bildern vom VIKING-ORBITER konnte man Phasenwinkel bis zu  $160^\circ$  erreichen. Man erkennt deutlich, daß die Monde sehr unregelmäßige Formen haben und stark vom exakten dreiachsigen Ellipsoid abweichen. Man hat sehr ausführliche Kraterstatistiken bestimmt, die z.B. für PHOBOS zeigen, daß die Oberfläche mit Kratern von  $> 300$  m Durchmesser praktisch gesättigt ist. Die Kraterverteilung entspricht etwa dem lunaren Hochland. Man hatte zunächst angenommen, daß der PHOBOS ein ideales Eichfeld für eine normale Kraterverteilung sei; heute allerdings ist man in dieser Hinsicht wieder zurückhaltender.

Die Rotation der Monde ist exakt synchron zur Umlaufzeit, wobei die Größenordnung der Meßgenauigkeit etwa ein Tausendstel der Periode beträgt.

Die wichtigste Voraussetzung für die Gewinnung von Nahaufnahmen der Monde war die schwenkbare und zwar mit hoher Winkelgeschwindigkeit schwenkbare Instrumentenplattform. Etwas, was zum Beispiel bei den Marssonden der UdSSR fehlte.

Es werden dann Bilder aus verschiedenen Abständen (von 900 bis 180 Kilometer) gezeigt und kommentiert. Besonders auffällig zeigen sich hier streifenartige Lineaturen, bei denen man anfänglich zweifelte, ob es sich um ein echtes Oberflächenphänomen handeln könne. Man dachte an die ungenügende Bewegungskompensation von Mond und ORBITER mittels der Instrumentenplattform. Da die Bilder sonst gestochen scharf sind - und Störungen auf dem Vidicon sich auch anderweitig zeigen müßten, - ist die Echtheit der streifenartigen Bruchzonen gesichert. Simultan zu den Schwarzweiß-Aufnahmen gab es eine Anzahl von Filteraufnahmen, eine Reihe von Infrarot-Bildern mit Schwerpunkten in verschiedenen Spektralbereichen, so daß man weit mehr Informationen besitzt, als man sie normalerweise in der Planetenphotographie hat.

Herr Zimmer zeigt dann Bilder, bei denen ein Pixel (kleinstes Bildelement) eine Größe von 3 m auf der Phobosoberfläche hat. Die geringe Unschärfe in den Bildern ist zum Teil auf das Problem der Plattform-Nachführung zurückzuführen. Ohne Computer-Rektifikation kann man bereits Einzelheiten von etwa 10 - 15 m auf den Mondoberflächen erkennen.

Es wird dann eine Bruchstruktur, die um den ganzen PHOBOS herumreicht, genauer beschrieben. Die "Rille" ist ungefähr 100 - 200 m breit und einige 10 km lang.

Mit den neuen Ephemeriden, die auf Messungen von MARINER 9 basieren, war es möglich, die Position von PHOBOS auf 25 km, von DEIMOS auf 10 km genau festzulegen. Durch die VIKING-Beobachtung konnte die Genauigkeit um den Faktor 10 gesteigert werden.

Zusammenfassend kann folgendes gesagt werden: Wir finden auf PHOBOS eine große Anzahl Krater mit Sekundärkratern, die alle ein wenig länglich sind, und gelegentlich an Kraterketten erinnern. Die meisten Rillen scheinen von einem größeren Krater auszugehen. Daneben haben wir die feinen Linien, die ein wenig an "Dauerwellen" erinnern. Auf DEIMOS hat man bisher diese Rillenstruktur noch nicht gesehen, doch das scheint aber bisher ein Problem der Auflösung zu sein.

Im sichtbaren Bereich zeigte die Spektralphotometrie bei beiden Monden im Bereich von 4 000 - 6 000 Å eine sehr glatte Reflektionskurve, eine Bestätigung des Eindrucks, daß die beiden Körper fast ideal grau erscheinen. Mit der LANDER-Kamera, die neun Spektralbereiche beobachten kann, hat man noch ausgedehntere Messungen gemacht. Es sieht so aus, als ob sogar die Reflektionskurve bis zu 11 000 Å völlig glatt ist. Im Ultraviolett geht die Reflektion dann allerdings bis 1 % zurück. Vergleicht man diesen Befund mit Laboruntersuchungen, die besonders auch für die Planetoidenforschung gemacht worden sind, so kommt man zu dem Ergebnis, daß im wesentlichen kohlenstoffhaltige Chondrite dem Befund am besten entsprechen. Das führte zu der Überlegung, daß die Marsmonde eingefangen seien, da bei den Planetoiden Körper relativ häufig sind. Allerdings sind die astrodynamischen Probleme des Einfangs hinlänglich bekannt. Herr Zimmer diskutiert etwas ausführlicher die Theorien zur Entstehung der beiden Marsmonde.

Die Masse von PHOBOS wurde durch Beeinflussung der ORBITER-Bahn zu  $1,1 \times 10^{19}$  g bestimmt. Kombiniert mit den Durchmesser-Werten erhält man eine Dichte von unter  $2,5 \text{ g/cm}^3$ , was die Chondritentheorie stützt.

Die Längsachsen der Monde zeigen in Richtung MARS, man muß mit sehr starken Gezeiteneffekten rechnen. Vermutlich sind die großen Bruchlinien, die wir auf dem PHOBOS beobachten, hervorgerufen durch die Wirkung der Gezeitenkräfte an Schwachstellen des Materials.

Genauere Untersuchungen von DEIMOS zeigen kleine Farbunterschiede und deuten damit auf Materialunterschiede hin, die man bei der geplanten DEIMOS-Annäherung ausführlicher untersuchen will.

Herr Zimmer stellt fest, daß die Marsmonde nunmehr zu den bekanntesten Trabanten unseres Sonnensystems gehören. Über sie wird auch in Zukunft viel zu sprechen sein.

Anschließend an den Vortrag von Herrn Zimmer werden noch einige Fragen gestellt, die Herr Zimmer beantwortet:

Anhand der Bilder wird die Orientierung der Schrammenstruktur auf der Marsmond-Oberfläche noch einmal erläutert. -

Die Marsmonde besitzen selbstverständlich gebundene Rotation. -

Spektralanalytische Untersuchungen auf Grund der Erfahrung, die man durch die Mondlandungen gemacht hat, weisen auf chondritisches Material im homogenen Zustand hin. -

Für den Erdmond müßte eine besondere Theorie entwickelt werden. -

Herr K u n e r t bietet dann 2 Hefte der Zeitschrift THE MOON für künftige Referate an. Er stellt dann den "Catalogue of 230 Meteorite Craters" (Veröffentlichung der Sternwarte Pulsnitz Nr. 12) und "Maps of 230 Meteorite Craters" (Veröffentlichung der Sternw. Pulsnitz Nr. 13) von Herrn C l a s s e n aus Pulsnitz vor, die dieser bei einem Besuch in der Wilhelm-Foerster-Sternwarte übergeben hat.

Dann berichtet Herr H u f f e r über einen Schriftwechsel mit amerikanischen Regierungsdienststellen betreffend unidentifizierte Flugobjekte. Wer an einem ausführlichen Bericht interessiert ist, kann diesen im Büro des Planetariums abholen oder bei Einsendung eines adressierten und frankierten Umschlags (evtl. Internationaler Antwortschein) Format DIN A 5 kostenfrei zugesandt bekommen.

Am Ende der Veranstaltung wird die Bitte geäußert, die Zusammenkunft der GRUPPE BERLINER MONDBEOBACHTER im P l a n e t a r i u m stattfinden zu lassen, da für ältere Teilnehmer der dunkle Weg in den Insulaner-Anlagen beschwerlich sei. Herr K u n e r t erklärt, daß im Winterhalbjahr alle Veranstaltungen immer im Planetarium stattgefunden hätten, daß sich daran nichts ändern soll, und man im Frühjahr den Tagungsort für das Sommerhalbjahr neu beschließen könne.

Ende der Sitzung 21.30 Uhr

gez. Z i m m e r

gez. H ä n i g

gez. K u n e r t

Die nächste Sitzung der GRUPPE BERLINER MONDBEOBACHTER findet am

Montag, dem 14. November 1977, um 20 Uhr

im Zeiss - P l a n e t a r i u m (am Fuße des Insulaners) statt.