
WILHELM FOERSTER STERNWARTE MIT ZEISS-PLANETARIUM BERLIN

BERLIN 41 • Munsterdamm 90 • Insulaner • Ruf 7962029

Protokoll

der

253. Sitzung der

Gruppe Berliner Mondbeobachter

1981 September 14

Beginn: 20 Uhr

Es sind erschienen die Damen Rauch, S ä v e c k e , S c h m i t z sowie die Herren A i s c h , B l a n c k e n b u r g , E h l e r t , F r e i t a g , F r e y d a n k , G e h r m a n n , H ä n i g , J ä g e r , K r a h t , L e n z , L i e b o l d , M a c k o w i a k , M e y e r , V o i g t , V ö l k e r , W a g e n e r , W e i g t , zwei Namen unleserlich.

H e r r F r e i t a g begrüßt in Vertretung Herrn Kunerts um 20 Uhr im neuen Hörsaal des Planetariums die Teilnehmer und referiert zunächst aus den Briefeingängen des letzten Quartals Rückfragen bez. alter Protokolle sowie die "Ersuchen um Korrespondenzpartner", es sind Sternfreunde aus Polen und der DDR die Briefpartner suchen.

Aus zahlreichen Referatangeboten wird nur das Buch "The Origin of Life" von Herrn Liebold und "The Journal of British Astronomical Association" von Herrn von Blanckenburg übernommen.

Danach spricht Frau S c h m i t z über einen Artikel aus "Der Sternbote", der Monatszeitschrift für Österreichs Amateurastronomen, in Zusammenarbeit österreichischer Sternfreunde und Astronomen, herausgegeben von H. Mucke, Wien, 24.Jg.Mai 1981 Nr. 5, S. 58 - 69 = S e l e n o d ä s i e und S e l e n o g r a p h i e.

Es ist die Übersetzung eines Gastvortrages aus dem Englischen, den Dipl.Ing. Antonín Růkl von der Sternwarte Prag am 23/4. 1981 im Sternfreunde-Seminar 1981 "Der Mond" in Wien gehalten hat.

Eigentlich müßte man alles wortwörtlich wiedergeben, da der Artikel ausgezeichnet knapp dargestellt worden ist, aber man kann sich ja das Heft für 11,- ö.S. besorgen.

Doch wie hat man im Laufe von Jahrzehnten die Oberflächenbeschaffenheit des Mondes ergründet!?

A) Ähnlich wie die Geodäsie auf der Erde, hat die Selenodäsie auf dem Mond die Aufgabe die Oberfläche genau zu vermessen.

Das geschah mit der Photogrammetrie durch Mondaufnahmen von Bord von Raumsonden, wozu genaueste Kenntnis der Positionen des Raumfahrzeugs und der Kameraorientierung nötig sind.

Die ersten Auswertungen solcher Aufnahmen wurden 1966 - 1970 durch die Lunar Orbiter Missionen erstellt. Die Aufnahmen von Apollo 15, 16 und 17 waren besonders wichtig. Damit wurden 20 % der Mondoberfläche zwischen 30° Nord und 30° Süd erfaßt bei einer Genauigkeit von 20 - 40 m.

Das entspricht der Genauigkeit der Punkte erster Ordnung aus früheren Mondvermessungen.

Die Hauptaufgabe der Selenodäsie ist aber die Bestimmung der wahren Figur des Mondes, wozu man 3 Koordinaten braucht.

Heute wissen wir, daß die Abweichungen der tatsächlichen Mondoberfläche von der Kugelform in der Größenordnung von ± 4 km liegen. Das bedeutet, daß der Mond in der Größenordnung von 0,2 % seines mittleren Radius von 1 738 km als Kugel betrachtet werden kann. Um das zu ermitteln wurden 3 Methoden angewandt:

- 1) Messung der Form der Randzonen
- 2) Stereoskopische Techniken und
- 3) die Laser-Distanzmessung

Zu 1) Messung der Form der Randzonen

Diese Methode beschränkt sich auf den Rand der scheinbaren Mondscheibe. Das Phänomen der Libration, lt. Großem Duden Lexikon "durch Bahnform und Achsenstellung, z.T. auch durch opt. Effekte bewirkte scheinbare "Schwankungen" des Mondes, die auch Teile der Rückseite sichtbar werden lassen", bringt nach und nach etwa 18 % der ganzen Mondscheibe an den Rand. Die Form des Randes kann mit üblichen astrometrischen Methoden gemessen werden.

Die besten, aber sehr seltenen Gelegenheiten zur Messung der Gesamtform des Mondrandes bieten sich während ringförmiger Sonnenfinsternisse.

Der Sonnenrand ist bekanntlich innerhalb 0,1 " kreisförmig und kann daher als Bezugskreis verwendet werden.

Die Ergebnisse dieser Beobachtungen zeigen, daß der Mondrand z.Zt. der Nulllibration die Gestalt einer deformierten Ellipse besitzt, länglich längs der Achse, die etwa 35° zur Mondrotationsachse geneigt ist: von SW nach NO.

Zu 2) Stereoskopische Techniken

Diese Methode beruht auf der Tatsache, daß Strukturen auf einer nicht kugelförmigen Oberfläche für den irdischen Beobachter bei verschiedenen Librationswinkeln anders als auf einer Kugel verschoben erscheinen.

Das Prinzip dieser stereoskopischen Technik wird genau beschrieben. Es wird betont, daß die Genauigkeit durch wiederholte Messungen auf vielen Aufnahmen geprüft werden muß, und daß dies seit 1901 durch viele Unternehmen geschehen ist, wobei 150 bis 1 355 Punkte von den einzelnen Leuten ermittelt wurden. Trotzdem gibt es noch heute Abweichungen von 1 km, da die Höhenunterschiede eine nur sehr geringe parallaktische Verschiebung infolge der Libration ergeben: Sie liegen in der Größenordnung von einigen 0,1".

Viel genauere Daten konnten von den Lunar Orbiter Aufnahmen gewonnen werden.

Zu 3) Laser-Distanzmessung.

Bekanntlich wurden bei den Unternehmungen Apollo 11, 12 und 14 sowie bei Luna 17 und 21 Spiegel aus Winkelprismen auf der Mondoberfläche zurückgelassen, die Laserblitze von der Erde genau in Richtung ihres Einfalles reflektieren. Zwischen dem Aussenden des Laserblitzes auf der Erde und dem Eintreffen seines Echos wird ein Zeitintervall verstreichen, aus dem die Distanz Sender-Spiegel bis auf wenige Meter oder sogar noch genauer bestimmt werden kann.

Sehr viel umfangreichere Ergebnisse wurden von Apollo 15 und 16 erhalten, die aus ihren fast kreisförmigen Bahnen um den Mond die Oberfläche ständig mit dem Laser-Höhenmesser abtasteten und dabei von der Erde aus ununterbrochen eingemessen wurden. Die so erhaltenen Höhenprofile sind äußerst genau, die Fehler übersteigen einige Meter nicht.

Die Apollo-Messungen zeigen, daß die tatsächliche Mondoberfläche von der mittleren Kugel in einer sehr verwickelten Weise abweicht. Es ergab sich ein mittlerer Mondradius nahe 1737 km und auch, daß der Abstand des Massenzentrums von der geometrischen Mondmitte 2 km im Meridian 37° Ost zur Erde hin beträgt.

Eine weitere wichtige Aufgabe der Selenodäsie ist die Erforschung des äußeren Gravitationsfeldes des Mondes.

Da man das Gravitationspotential des Mondes nicht so einfach wie auf der Erde

(Bezugsfläche = Oberfläche der ruhigen See) definieren kann, muß man das Selenoid benutzen, dem man am besten ein 3-achsiges Ellipsoid zuordnet. Das Mondellipsoid kommt der Kugel sehr nahe, hat eine polare Abplattung von ca. 1 : 2 600 und eine Äquatoreale von etwa 1 : 7 000. Man hat festgestellt, daß Abweichungen in der Größenordnung von ca. \pm 100 bis 200 m liegen. Um diese Fehler einzugrenzen, die durch Massenverteilung begründet sind, mußten "Lotabweichungen" und ihre Verteilung in den Bereichen der "Mascons" und anderen anomalen Gegenden untersucht werden. Der Beweis wurde erbracht, daß das Gravitationsfeld nahe der Mondoberfläche hauptsächlich von der Massenverteilung in Mondkruste und Mondmantel abhängt.

D) Selenographie

Auf den ersten Blick können auf dem Mond zwei Arten Boden festgestellt werden. Die eine ist vergleichsweise hell, rauh und durch viele Krater, Berge und andere Formationen aufgebrochen; gewöhnlich werden solche Gegenden Bergländer oder Kontinente genannt. Die andere Art ist dunkler, viel glatter und häufig ganz flach; solche Gegenden werden Mare genannt. Genauere Betrachtung des Mondes enthält eine komplizierte Anordnung von beinahe unzählbar vielen Formationen, von denen keine der anderen völlig gleicht - Krater, Ringgebirge, Wallebenen, Strahlenkrater, Bergrücken, Rillen, Dome etc.

1) Die relativen Höhen auf dem Mond

hat man schon seit dem 18. Jh. mit Hilfe der Schattenmessung bestimmt. Diese kann bei geringen Sonnenhöhen, die einen Höhenunterschied auf das 100fache vergrößern, zu großer Genauigkeit führen und erfaßt nicht nur Höhen sondern auch Unregelmäßigkeiten des Bodens. Bei der Auswertung mußte der Halbschatten, durch den Sonnenstand zum Mond, beachtet werden. Auch hier wurde seit 1967 mit der Lunar Orbiter Kartographie mit einer Genauigkeit von wenigen Metern gearbeitet.

2) Mondkartographie

Die Herstellung einer Mondkarte kann als dreidimensionale Beschreibung der unveränderlichen Formationen der Mondoberfläche definiert werden. Geschichtlich gesehen, gibt es zwei Perioden:

Die erste von 1600 bis 1960 und die zweite seit 1960.

Gemeinsames Kennzeichen der Karten vor 1960 war die Tatsache, daß jede Karte von einem Autor allein geschaffen wurde, der Beobachter und Kartograph in einer Person war. Die Karten der ersten Periode sind daher mit den Namen berühmter Selenographen verbunden und bedeuteten für jeden jahrzehntelange Arbeit. Dennoch haben sie durch ihre Ungenauigkeit jetzt nur noch historischen Wert.

Heute ist die Mondkartographie Gruppenarbeit von großen Gruppen von Berufs-astronomen und Kartographen, führende Observatorien und Kartenverlage.

Es werden mehrere Atlanten genannt, die aus 226 bis 60 000 Aufnahmen zusammengesetzt wurden und in Maßstäben von 1 : 1 Mill. bzw. 1 : 1000 vorliegen. Wobei vielleicht das wichtigste Ergebnis der Selenographie der 60er-Jahre die Ausdehnung der Kartographie auf die Rückseite ist.

Die 1. Karte der Mondrückseite wurde in der UdSSR durch Lunar 3 im März 1960 als Schema veröffentlicht, aber 1967 als vollständige Karte des Mondes im Maßstab 1 : 5 Mill. nach Auswertung von Zond 3-Aufnahmen veröffentlicht. Durch Lunar Orbiter V ist der Mond bis auf 1 % seiner Oberfläche erfaßt. Das fehlende Gebiet liegt in der Nähe seines Südpols.

3) Nomenklatur der Mondformationen

Die Grundlage des gegenwärtigen Systems der Mondnomenklatur stammt von Riccioli (1651), der die Karten von Hevelius und Langrenus heranzog.

Von Hevelius nahm Riccioli die Idee, Bergzüge nach Bergen auf der Erde zu benennen und die dunklen Gebiete Mare zu nennen. Dem Beispiel Langren's folgend, wählte Riccioli für die Krater Namen zeitgenössischer, mittelalterlicher und antiker Astronomen.

Die Mond-Nomenklatur wurde dann von deutschen Selenographen im 18. und 19. Jh. weiterentwickelt durch neue Namen, aber man begann auch Krater mit Buchstaben zu bezeichnen.

Die erste international anerkannte Nomenklatur geht auf 1935 zurück, wo man 672 Namen festlegte. 1961 wurden die ersten Namen bei der "IAU" (Internat. Astronomen-Union) für Formationen angenommen, die von Lunik 3 fotografiert worden waren.

1964 wurden 66 neue Namen akzeptiert und gleichzeitig alle bisherigen Bezeichnungen lateinisiert: also Montes für Berge, rima für Rille, vallis für Tal und 1970 wurden von der XIV. Generalversammlung der IAU 513 neue Namen, meist für die Rückseite, angenommen. Durch das detaillierte Kartographiesystem von Maßstäben 1 : 250 000 werden für den ganzen Mond etwa 10 000 neue Namen gebraucht, davon allein 500 für Krater. In den Karten mit kleinem Maßstab, wie sie die Amateure verwenden, wird dadurch aber keine große Veränderung eintreten.

Im Anschluß daran spricht Herr Mackowiak über das Thema:

"Auf Meteoritenjagd im Eisschrank der Antarktis" (Forschung 2/81):

Häufiger als in anderen Regionen unseres Planeten werden in der Antarktis Meteoriten entdeckt. Im südlichen Sommer 1980/81 nahm der Autor dieses referierten Artikels, Prof. Dr. Ludolf Schulz vom Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz, an einer Expedition teil, die unter der Leitung des Geologen William Cassidy von der Universität Pittsburgh/USA stand. Sie hatte sich zum Ziel gesetzt, nach neuen Eisfeldern mit hoher Meteoritenkonzentration zu suchen.

Angefangen hat das ganze mit der Entdeckung von acht ungewöhnlichen Steinen bei den Yamato-Bergen im Jahre 1969. Japanische Wissenschaftler wollten damals Gletscher-Bewegungen in der Antarktis untersuchen, als sie auf diese Funde stießen. Später stellte es sich dann heraus, daß es sich um Meteorite handelte, die nicht zu einem größeren Meteoriten gehörten, sondern acht individuelle Meteoritenfälle waren. Dieser Fund löste verschiedene gezielte "Meteoritenjagden" in diesem Gebiet sowie in der Nähe der amerikanischen Station McMurdo bei den Allan Hills aus, deren "Beute" mehr als 5000 Meteorite sind. Die Bedeutung dieser Zahl wird einem erst richtig bewußt, wenn man daran denkt, daß bis 1970 auf der ganzen Erde nur etwa 2300 verschiedene Meteorite bekannt waren.

Da die Bundesrepublik Deutschland mit dem Bau einer Polarstation in der Atkabucht sich ebenfalls in der Arktisforschung zu engagieren beginnt, kann in Zukunft vielleicht auch an einer dritten Stelle nach Meteoriten gesucht werden, da die bisherigen Fundstellen schon ziemlich "ausgebeutet" sind. Die Suche nach neuen Eisfeldern mit hohen Meteoritenkonzentrationen hat deshalb ganz besondere Bedeutung, und das war auch die Aufgabe dieser sechsköpfigen Expedition zum antarktischen Eisplateau in Süd-Viktorialand.

Ausgangspunkt war die amerikanische Antarktisstation McMurdo, von der es zuerst zu den 200 km nordöstlich gelegenen Eisfeldern in der Nähe der Allan Hills ging, wo man noch einmal eine Nachsuche veranstaltete. Sie brachte allein in dieser Saison 40 neue Meteorite. Der Grund dafür ist in der wechselnden Lage der sich auf diesen Eisfeldern ansammelnden Schneewehen zu suchen, die, nachdem sie von den zum Teil orkanartigen, meist aus südlicher Richtung wehenden Winden weggeblasen wurden, immer neue Meteorite freigeben.

Nach zehn Tagen bei den Allan Hills ging es weiter zu einem etwa 100 km nördlich gelegenen Eisfeld beim Reckling Peak, das in den folgenden zwölf Tagen systematisch nach Meteoriten abgesucht wurde. Die Ausbeute betrug 62 Stück. In einer weiteren Tagesetappe fuhr man zu Eisfeldern in der Nähe des Davidgletschers. Allerdings brachte hier die eine Woche dauernde intensive Suche nur noch einen zusätzlichen Meteoriten, so daß sich die Gesamtzahl der in den sechs Wochen gefundenen Meteoriten auf 103 erhöhte.

Wenn man bedenkt, daß der Fall eines Meteoriten ein relativ seltenes Ereignis ist, das rein statistisch in der Bundesrepublik Deutschland nur etwa alle fünf Jahre eintritt, dann stellt sich natürlich die Frage, weshalb gerade in der Antarktis an manchen Stellen so viele Meteorite gefunden werden.

Eine Antwort darauf kann heute noch nicht gegeben werden, allerdings gibt es einige recht plausible Erklärungen. Sicher fallen in der Antarktis nicht mehr Meteorite als in anderen Gegenden unseres Erdballs, aber sie können leichter gefunden werden. Denn mit ihrer schwarzen Schmelzkruste, die beim Durchfliegen der Atmosphäre gebildet wird, heben sich die Meteorite auf den weißen Flächen der Antarktis gut ab, während sie woanders in der Vegetation oder unter anderen Steinen schnell verschwinden.

Ein weiterer wichtiger Grund für die große Häufigkeit in diesem Gebiet der Erde ist die geringe Verwitterung bei Temperaturen, die ständig unter dem Gefrierpunkt liegen. Während in unseren Breiten ein Steinmeteorit in etwa 1000 Jahren verwittert, scheinen sich die antarktischen Meteoriten - sozusagen tiefgefroren - länger zu halten. So ergab die Bestimmung des "terrestrischen Alters" einiger antarktischer Meteorite mit Hilfe radioaktiver Isotope Datierungen bis zu mehreren 100 000 Jahren. Die Eisflächen der Antarktis scheinen also Meteorite über einen längeren Zeitraum akkumulieren zu können.

Zusätzlich zu diesem Effekt kann noch ein Sammelmechanismus wirksam werden, der mit den Eisbewegungen zusammenhängt: Fällt ein Meteorit im Innern des Kontinents, so wird er in den Eispanzer eingebaut und mit dem Eis zu den Rändern der Antarktis transportiert. Hier fließt das Eis über Gletscher in den Antarktischen Ozean, und die im Eis enthaltenen Meteorite werden bei der Schmelze der Eisberge auf den Ozeanboden fallen. Allerdings gibt es Stellen, wo das Eis aus dem Inneren der Antarktis nicht ungehindert ins Meer abfließen kann, wie zum Beispiel eine Bergkette. Hier kann es stationär werden. Wird an einer solchen Stelle der Niederschlag durch Wind entfernt, dann kann die Oberfläche des Eises durch windgetriebene Eisteilchen wie bei einem Sandstrahlgebläse oder durch Sublimation abgetragen werden und die im Eis eingeschlossenen Meteorite können wieder ans arktische Tageslicht kommen. Wird das so oberflächlich abgetragene Eis durch neues Eis ersetzt, dann werden sich in etwa 100 000 Jahren die in einer Eisdicke von 10 km befindliche Meteorite auf dem Eis ansammeln.

Ein Punkt, der für das Auffinden neuer Meteoritenfelder von Bedeutung sein könnte, ist die Beobachtung, daß die meisten Meteorite am unteren Teil eines Eishanges gefunden werden, also dort, wo ein steiler Abfall des Eises von einem Plateau zu einem niedrigeren Niveau auftritt. Hier ist möglicherweise die Oberflächenabtragung besonders groß und damit auch die Wahrscheinlichkeit, durch das Eis herantransportierte Meteorite zu finden.

Die 103 Meteorite wurden unter besonderen Vorkehrungen geborgen und nach Houston geschickt, wo sie im Johnson Space Center der NASA einer ersten Untersuchung unterzogen wurden, und zwar nach Methoden, die sich schon bei den Mondproben bewährt haben.

Jeder interessierte Wissenschaftler auf der ganzen Welt kann dieses extraterrestrische Material aus der "Tiefkühltruhe der Erde" erhalten.

Herr Freitag bedankte sich bei Frau Schmitz und Herrn Mackowiak für die gelungenen Referate und nahm zum Schluß noch eine B u c h b e s p r e c h u n g vor.

Er sprach über das Buch Cosmic Landscape, Voyages back along the photon's track von Michael Rowan-Robinson - Oxford University Press 1979.

Wie gelingt es, daß ein Astronomiebuch seine Aktualität bewahren kann? M R-R beschreibt gesicherte Fakten, nähert sich nur einigen kontroversen Fragen aus ungewöhnlichen Blickwinkeln, gibt hier und da einen kleinen Ausblick, so weit so gut; das 150 Seiten starke Buch enthält nicht ein einziges Photo, nicht eine Skizze.

Ein verblüffend einfaches Konzept führt zu einer andersartigen Beschreibung der Astronomie, als wir sie aus konventionellen Lehr- und Sachbüchern gewohnt sind.

Der Autor läßt uns 6 Reisen erleben, Reisen in diskreten Wellenlängenbereichen. Er beschreibt zunächst den visuell sichtbaren Himmel (immer incl. Sonnensystem), danach die Radio-Landschaft. Weiter geht es mit dem "all-frequency" - Lichtumsetzer durchs Ultraviolette; es folgen Röntgen- und Gammastrahlen, der Infrarot- und als letztes der Mikrowellenhimmel.

Pro Kapitel wird mindestens ein neues Problem aufgegriffen; so lernt der Leser während der Röntgen- und Gammastrahlen-Reise Sternleichen (Weiße Zwerge, Neutronen-Stern, Schwarze Löcher) kennen.

Kosmologische Aspekte werden dann im Mikrowellenbereich besprochen.

Auch die Art der Beschreibung ist durchaus reizvoll. Hier ein enges Doppelsternsystem mit Massentausch: "Der massenreichere Hauptstern, den wir im "Röntgen-Licht" überhaupt nicht bemerkt haben, hat sein Wasserstoffbrennen beendet und dehnt sich nun aus, um ein Roter Riesenstern zu werden, doch sein winziger Begleiter (der vorher beschriebene Röntgenstern) läßt ihm dafür nicht genug Raum.

Während sein Radius zunimmt, inzwischen hat er schon fast die Hälfte des Abstands zwischen beiden Komponenten erreicht, verzerrt des Begleitsterns Gravitation ihn zu einer Birnenform, mit dem Stengel gerade auf die Zweitkomponente zeigend. Der Hauptstern wächst immer noch, die auf den Begleitstern weisende Ausbeulung nimmt die Form eines Kegels an, seine Spitze markiert uns den "Roche-Punkt"; wächst der Hauptstern noch weiter, so wirkt dieser Punkt wie ein Leck und Materie spritzt in Richtung des Begleiters

Um die malerischen Beschreibungen der kosmischen Landschaft genießen zu können, sollte der Leser gesunde Englischkenntnisse besitzen.

Ende der Sitzung: 21.20 Uhr

Die nächste Sitzung der GRUPPE BERLINER MONDBEOBACHTER findet am

Montag, d. 12. Oktober 1981, 20 Uhr

im Zeiss-Planetarium (am Fuße des Insulaners) statt.

gez. F r e i t a g , gez. M a c k o w i a k , gez. R a u c h , gez. S c h m i t z