
WILHELM FOERSTER STERNWARTE ^{E.}_{V.} MIT ZEISS-PLANETARIUM BERLIN

BERLIN 41 • Munsterdamm 90 • Insulaner • Ruf 7962029

Protokoll

der

201. Sitzung der

GRUPPE BERLINER MONDBEOBACHTER

1975 November 10

Beginn: 20.05 Uhr

Es sind erschienen die Damen Heder und Stawrilus sowie die Herren Buerke, Engel, Fette, Flötting, Freiberg, Freitag, Frenzel, Friedrich, Giebler, Groulgrigis, Grote, Hänig, Hanke, Hartmann, D., Hartmann J., Holtzer, Huffer, Kinnemann, Kowalec, Kossinna, Kummrow, Kunert, Liebold, Mothes, Ruska, Schneider, Schütze, Schunk, Skarzynski, Stadler, Völker, Voigt und Wedel.

Herr Kunert eröffnet die Sitzung und entschuldigt sich, daß die Sitzung in der Bibliothek stattfinden muß, da außerplanmäßig eine Planetariumsveranstaltung durchgeführt wird. Er erteilt Herrn Voigt das Wort, der nach einer kurzen Einführung einen 8-mm-Trickfilm mit der Simulation einer totalen Mondfinsternis zeigt. Der Film findet großen Beifall und soll evtl. bei schlechtem Wetter am 18./19. November den Planetariumsbesuchern vorgeführt werden.

"Der Film zeigt den Vollmond beim Eintritt in den Halbschatten der Erde, der sich als Schleier von zunehmender Dichte über die Mondscheibe zieht. Dann erscheint das Einwandern in den Kernschatten bis zur vollen Bedeckung. Während der Totalität zeigt sich der volle Mond in schwach rötlichem Licht. Der Austritt aus dem Kern- und Halbschatten vollzieht sich in umgekehrter Weise wie der Eintritt bis zum vollen, schattenfreien Mond. Der Ablauf der Finsternis wurde auf einen Zeitraum von 4 Minuten gerafft, was eine Aufnahmegeschwindigkeit von 1 Bild pro 5 Sekunden voraussetzt. Als Modell wurde ein Diapositiv der Vollmondaufnahme aus dem Berliner Mond-Atlas verwendet, welches in seiner Libration jedoch nicht der am Finsternistage entspricht. Zwischen Lichtquelle, eine 250 W-Opallampe, und Mondia wurde ein Filmstreifen geschoben, auf dem Halb- und Kernschatten in maßstäblicher Größe kopiert war. Zur gleichmäßigen Darstellung des Finsternisablaufes wurde der Filmstreifen mittels Spindeltriebs bewegt.

Nach Aufnahmedaten für Finsternisaufnahmen befragt, erklärt Herr Voigt, daß die Belichtung stark von der Durchsichtigkeit der Luft abhängt, die die Helligkeit der Mondscheibe wesentlich beeinflussen kann. Bei klarer Luft dürfte, ein Öffnungsverhältnis von 1:11 zu Grunde gelegt, die Belichtungszeit $1/30$ sec. bei 18 DIN eine gute Aufnahme ergeben (bei Dia-Filmen eher etwas kanpp belichten). Bei Eintritt in den Kernschatten ist die Mitte der Mondscheibe bereits zu 50% verdunkelt, was eine Verdoppelung der Belichtungszeit bewirkt. In der Nähe des Kernschattens sinkt die Helligkeit weiter wesentlich ab, so daß die Schattengrenze je nach Belichtung in einer anderen Lage erscheinen kann. Während der Totalität kann die Belichtungszeit in weiten Grenzen schwanken, von 15 Sekunden bis zu 2 Minuten je nach Durchsichtigkeit unserer Atmosphäre, die ja die Erhellung bewirkt.

Wenn es die Witterung erlaubt, will Herr Voigt den Finsternisablauf mit einer 16 mm Filmkamera im Zeitraffer aufnehmen."

Nun erteilt Herr K u n e r t, Herrn H u f f e r das Wort. Wir übernehmen hier seinen Originaltext, Herr H u f f e r ist Amerikaner, Lehrer an einer amerikanischen Schule in Berlin.

"Mondstaubstürme entdeckt:

Durch einen von den seltenen Unfällen, die sich ab und zu in der Geschichte der Naturwissenschaft ereignen, konnte eine neue große Entdeckung langsam beginnen. Das Experiment "LEAM" (Lunar Ejecta and Meteor Experiment) wurde von der Apollo 17 Expedition 1973 im Taurus-Littrow-Gebiet durchgeführt. Ursprünglich wurde das Experiment entwickelt, um die Abfälle von neuen Meteoriten-Aufschlägen und Staub aus dem All, der mit dem Mond kollidiert, herauszufinden.

Die Wissenschaftler Otto B e r g, Franz R i c h a r d s o n, John R h e e und Siegfried A u e r, Mitarbeiter des Goddard Space Flight Center, errechneten, daß ungefähr ein interplanetarischer Partikel pro Tag registriert werden soll. Aber bald wurde diese Theorie verworfen, denn während Sonnenaufgang und -untergang wurden mehrere Partikel pro Stunde registriert.

Während der ersten Monate waren wir davon überzeugt, daß das Experiment von den hohen Temperaturen beeinflusst wurde, so daß wir enttäuscht waren, "sagte B e r g. Aber mehr und mehr wurde daraus klar, daß eine Partikelbewegung in einer bestimmten Richtung stattfindet. Die Bewegung hatte nichts mit Temperaturen zu tun, denn die Höchstaktivität begann 30 bis 60 Stunden vor Sonnenaufgang.

Die Wissenschaftler entschieden, daß sie Mondstaubstürme beobachtet hatten.

B e r g behauptete, daß dieses Phänomen wahrscheinlich ein wichtiger Erosionsprozeß auf dem Mond ist und die Erklärung dafür, wie sich eine dünne Staubschicht über den Marien gebildet hat. Bis heute waren Meteoritenaufschläge der einzige bekannte Prozeß für das Transportieren von Mondmaterie. Dieser Prozeß erklärt, wie große Blocks aber nicht wie Staub transportiert wurden.

Der Mechanismus, welcher dahinter steht, ist noch nicht vollkommen aufgedeckt, da er höchst kompliziert ist. Es handelt sich um elektrisch geladene Partikel, veränderliche elektrische Felder und ionisierende Strahlung. Es scheint, als ob die eine Hälfte des Mondes aus einer negativen, die andere Hälfte des Mondes aus einer positiven elektrostatischen Ladung besteht, während auf der dunklen Seite Elektronen leicht von der Oberfläche absorbiert werden. Sehr kleine Partikel, die auf der Sonnenseite zerstreut sind, nehmen auch eine positive Ladung an, bis die Kraft zwischen den gleichartigen Partikeln so groß wird, daß sie wie kleine mikroskopische Kugeln davonschießen.

Laut Schätzung von B e r g können solche Partikel ungefähr 1600 km in einer Höhe zwischen 450 m und 900 m über dem Mond springen. Die höchste Aktivität findet auf dem Terminator statt. In der Nähe des Terminators sind positive Partikelchen stark zu negativ geladenen Partikeln der dunklen Seite hingezogen. Im Innern von diesen Stürmen wird der Staub so schnell beschleunigt, daß er halbwegs um den Mond fliegen kann. Es gibt bis jetzt noch keinen Beweis, daß ein entgegengesetzt gerichteter Wind von negativen Partikeln zur Sonnenseite stattfindet.

Außerdem wird eine viel stärkere Intensität bei Sonnenaufgang registriert. B e r g glaubt, daß durch die Geschwindigkeit des Sonnenwindes in der Nähe des Mondes ein besonders hohes Potential an negativ geladenen Teilchen entsteht.

Hat jemand diese Mondstürme direkt beobachtet? Astronaut Eugene C e r n a n mit Apollo 10 berichtete, daß er flackerndes Licht, den Sonnenaufgang am Terminator gesehen hat.

Einige Wissenschaftler interpretierten dies als möglichen Beweis für Staubbewegung. B e r g aber argumentiert, daß die Stürme so gering sind, daß ein Astronaut auf der Oberfläche bei Sonnenaufgang wahrscheinlich nichts Ungewöhnliches beobachten würde. - Das Experiment wird noch jahrelang Daten über diesen planetarischen Erosionsprozeß zum Goddard Team senden, da die Energieversorgung durch Kernenergie erfolgt."

Herr S t a d l e r weist darauf hin, daß das russische Mondfahrzeug Lunochod ähnliche Messungen gemacht hat.

Anschließend bittet Herr G i e b l e r ums Wort für eine Stellungnahme zu dem von Herrn H u f f e r vorgetragenen Bericht. Er hatte bereits Gelegenheit, sich mit den vorgetragenen Dingen zu beschäftigen, da Herr H u f f e r ihn bereits vor einigen Tagen auf den Astronomy-Aufsatz aufmerksam gemacht hat.

Er führt folgendes aus:

"Hiernach ist dieser Bericht über Staubstürme auf dem Mond gar nicht so überraschend, wie man zunächst meinen könnte. Herr K u n e r t hatte schon vor einem Jahr darüber berichtet, daß auch das sowjetische Mondfahrzeug Lunochod Meßergebnisse übermittelt hat, die darauf schließen lassen, daß der Mond von einer Staub-Atmosphäre umgeben ist (Protokoll Nr. 189, S.6). Die Operationsbasis von Lunochod im Krater Le Monnier befand sich nur etwa 5 Breitengrade weiter nördlich und auf der gleichen selenographischen Länge (+ 30°) wie die des LEAM im Littrow (die Örter werden mit Bl.8 C des Berliner Mond-Atlas im Dia gezeigt). Es liegt daher der Gedanke nahe, daß beide Geräte das gleiche Phänomen zeigten, nur mit dem Unterschied, daß durch LEAM eine Periodizität erkannt werden konnte.

Angesichts dieser Meldungen fragt man sich als langjähriger Mond-Beobachter, ob solche Mondstaub-Phänomene nicht vielleicht im erdgebundenen Fernrohr beobachtbar sein könnten. Das Auftraten von seltsamen Verschleierungen, Trübungen und sogar das vorübergehende Verschwinden von Einzelheiten, vorwiegend an Kraterböden, ist ja im Laufe der Zeit wiederholt gemeldet worden. Herr C l a s s e n aus Pulsnitz sieht in seiner aus zahlreichen Berichten zusammengestellten Schrift "Veränderungen auf dem Mond" auf S. 18 Flächentrübungen auf dem Mond als gar nicht selten an.

So häufig wie Leuchterscheinungen sind sie aber sicherlich nicht. Möglicherweise fallen sie dem Auge nur weniger leicht auf. An der Langen Wand habe ich selbst wiederholt mehr oder weniger starke Verschleierungen beobachtet. Im Jahre 1961 waren an drei jeweils mehrere Wochen auseinander liegenden Tagen die Verschleierungen so stark, daß die Lange Wand mit ihrer geradlinigen und scharf geschnittenen Gestalt völlig unerkennbar geworden war. In den Protokollen Nr. 63 und 64 hatte Herr G i e b l e r darüber ausführlich berichtet. Über die Beobachtung einer gleichartigen Verschleierung der Langen Wand berichtete danach Herr S c h o l z im Protokoll Nr.65. Außerdem berichtete damals Herr Dr. von Gordon, daß von ihm ähnliche Erscheinungen beim Mädler-Quadrat beobachtet worden seien (Protok.Nr. 63).

Die eigenen Verschleierungs-Beobachtungen hatte Herr G i e b l e r in Ermangelung von plausibleren Erklärungen damals auf Wirkungen der Erdatmosphäre zurückzuführen versucht. Nach Aviation Week and Space Technology vom 2.6.69 (Protokoll-Nr. 144) wird nun aber auch von der bekannten amerikanischen Astronomin Barbara M i d d l e h u r s t das zeitweilige Verschwinden von Einzelheiten an der Langen Wand wie auch an Krater-Böden bestätigt. Hier aber wird es, ebenso wie in dem Astronomy-Aufsatz, mit Geschehnissen erklärt, die sich am Mond selbst abspielen. Im Unterschied zu den von Astronomy gemeldeten Staubstürmen sollen sich jedoch die Schwund-Phänomene vorzugsweise dann zeigen; wenn der Mond im Perigäum oder im Apogäum steht. Dann nämlich verursache die Erdanziehung Kräftewirkungen in der Mondkruste, durch die Gase zum Entweichen gelangen können.

In diesem Zusammenhang sei noch zu den Verschleierungs-Beobachtungen von Herrn G i e b l e r an der Langen Wand bemerkt, daß diese - wie nachträglich von ihm errechnet - sich zweimal ereigneten, als der Mond dem Perigäum und einm. ., als er dem Apogäum nahe stand.

Nach alledem erscheint es nicht ausgeschlossen, daß wolkenartige Verdichtungen einer Staub-Atmosphäre oder von geladenen Partikeln bzw. von Gas-Ausströmungen

an einzelnen Mond-Formationen örtlich begrenzte Verschleierungs-, Trübungs- und Schwund-Phänomene bewirken, die mit erdgebundenen Fernrohren beobachtet werden können. Es sei daher den Mondbeobachtern empfohlen, derartigen Erscheinungen ihre besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Mit der Feststellung solcher Phänomene könnten unserer Wissenschaft zweifellos gute Dienste erwiesen werden."

Nun erteilt Herr K u n e r t Herrn H a r t m a n n das Wort.

Dieser führt aus:

"Anlässlich der Mondfinsternis am 10.12.73 machte Herr H a r t m a n n zum ersten Mal Aufnahmen mit dem Ektachrome-Infrared-Film von Kodak, um neben der Helligkeitsänderung im sichtbaren Licht auch das Infrarote (d.h. die Temperaturstrahlung) zu erfassen. Besondere Aufmerksamkeit verwandte er dabei auf die Beobachtung des Halbschattens. Es zeigte sich, daß im Gegensatz zu den Aufnahmen mit normalen Filmen der Helligkeitsabfall nicht kontinuierlich, sondern stufenweise vor sich ging. Bei der Aufnahme, die beim Eintritt in den Kernschatten gemacht wurde, kann man klar vier Zonen unterschiedlicher Helligkeit mit mehr oder weniger scharfen Grenzen erkennen. Auffallend ist die Dunkelheit der Mare Nubium und Humorum sowie die Helligkeit des Aristarch.

Um die vier Zonen objektiv darzustellen, wertete Herr H a r t m a n n das Dia mit Hilfe des Agfacontour-Verfahrens aus. Bei diesem Verfahren werden die Grenzen zweier Flächen verschiedener Helligkeit als scharfe Linie dargestellt. Durch die Anwendung dieser Technik bestätigte sich nochmals der visuelle Eindruck, d.h. die vier Zonen unterschiedlicher Helligkeit waren deutlich sichtbar.

Die an dieser Mondfinsternis gewonnenen Erkenntnisse will Herr H a r t m a n n bei der totalen Finsternis am 18./19.11.75 einsetzen. Eventuell ist damit auch der Eintritt des Mondes in die "dichteren" Schichten des Halbschattens direkt zu beobachten und so die Größe des "maximal nachweisbaren Halbschattens" zu bestimmen.

Im Laufe des Referats zeigte Herr H a r t m a n n drei Aufnahmen der Mondfinsternis, die mit dem Infrarotfilm gemacht wurden, sowie vier Äquidensitenaufnahmen, mit denen er das Dia des Eintritts in den Kernschatten auswertete."

Im Anschluß daran spricht Herr F r e i t a g zum Thema "Der Mond nach Apollo", Bericht über einen Aufsatz von Farouk el-Baz - National Air and Space, Smithsonian Institution, Washington, in ICARUS Vol. 25, Heft 4/75, Seite 495 ff.

Er führt aus:

"Vier Seismometerstationen überwachen den Mond. Auf Grund der Meßergebnisse natürlicher und künstlicher Einschläge (Meteoriten, Raketenstufen) sowie von Mondbeben wird folgendes Bild vom inneren Aufbau wahrscheinlich:

Die Mondkruste ist 65 km dick. Der Meteoritenbeschuß reicht maximal bis 25 km. Zwischen 25 km und 65 km ist die seismische Signalgeschwindigkeit einheitlich; sie beträgt $6,8 \text{ km sec}^{-1}$. Der Mantel reicht bis ca. 1100 km; Signalgeschwindigkeit 9 km sec^{-1} . Die Mondbebenzentren befinden sich zwischen 800 - 1100 km. Der Kern weist keine klare Abgrenzung gegenüber dem Mantel auf. Man vermutet jedoch eine flüssige Zone, da Schwellen den Kern nicht durchqueren.

Höhenmessungen im Laser- und Radarbereich führten zu relativ genauen Profilkarten der äquatornahen Gebiete. Die erdabgewandte marearme Mondseite ist im Durchschnitt 4 km höher als die sichtbare Seite. Daraus folgt, daß das Massenzentrum des Mondes der Erde 2 km näher ist als der Sphärenmittelpunkt.

400 kg Gesteins- und Staubproben brachten die Astronauten von ihren Erkundungsgängen mit. Chemische und physikalische Untersuchungen brachten folgende Ergebnisse. Der Mond besteht aus denselben chemischen Elementen wie die Erde, nur in anderen Mengenverhältnissen. Mondstaub hat ein Alter von 4,6 Mrd. Jahren, dieses wäre mit dem vermuteten Mond- und Erdalter identisch. Mareproben sind basaltartiges Material; ihr Alter liegt in der Regel bei 3,2 - 3,7 Mrd. Jahren. Bei den Hochlandproben überwiegen Plagioklas und Pyroxen (Feldspate).

Vermischungen und Umschmelzungen sind noch häufiger als bei den Mareproben. Das Alter variiert von 2 Mio - 4,48 Mrd Jahren, doch überwiegen Proben zwischen 3 - 4 Mrd Jahren. Der Mond beherbergte niemals Wasser oder Leben in irgendeiner Form. Gamma- und Röntgenstrahlungsmessungen, die Fotoaufklärung (beide Apollo - Mutterschiff) sowie Experimente der Programme Surveyor, Luna und Lunochod erweiterten das Wissen über den Mond dermaßen, daß es nach Apollo möglich wurde, eine Entwicklungstheorie der Mondoberfläche aufzustellen.

Der Mond bildete sich vor 4,6 Mrd Jahren. Eine feste Kruste besitzt er seit 4,3 Mrd Jahren. Der Meteoritenbeschuß war in den ersten 800 Mio Jahren besonders heftig und führte zur Bildung der meisten Krater- und Maresenken, die wir heute sehen. Vor 3,7 Mrd Jahren begann die Lavafüllung der Mare: Imbrium, Crisium, Fecunditatis, Tranquillitatis, Nectaris sowie Serenitatis. Eine zweite Phase der Marefüllung setzt man vor 3,2 Mrd Jahren an; davon waren betroffen: Oceanus Procellarum, das zentrale Serenitatisgebiet, sowie das westliche Mare Imbrium. Danach traten kaum noch vulkanische Erscheinungen auf. Nun beherrschen kleine und Kleinsteingeschläge die Mondgeschichte. Sie mischen das Oberflächenmaterial und erreichen zusammen mit der Sonneneinstrahlung die Verwischung ehemals scharfer Konturen. Krater mit Strahlenkränzen sind junge Gebilde (Kopernikus 1 Mrd Jahre).

In dem 40 Seiten umfassenden Artikel erwähnt der Verfasser, Herr F a r o u k el-Baz, nicht einen Krater oder ein Maregebiet, das eindeutig vulkanischen oder meteoritischen Ursprungs ist; er läßt jedoch keinen Zweifel, daß er die Impact-Theorie zur Erklärung beider Phänomene bevorzugt. Die bisherigen Ergebnisse klären nicht die Entstehungsgeschichte des Mondes (Abspaltung, Einfang, Entstehung gemeinsam mit der Erde)."

Erläuterung:

Abb. 1 : Tatsächliche Mondhöhe im Verhältnis zum mittleren Radius
 $r = 1738 \text{ km.}$
Lasermessungen Apollo 15 in einer Ebene 26° gegen den Äquator.

Abb. 2 : Sektordarstellung eines Mondschnittes.

Ende der Sitzung: 21.45 Uhr.

Gez. G r o t e , F r e i t a g , G i e b l e r , J. H a r t m a n n

H u f f e r , V o i g t u n d K u n e r t

Die nächste Sitzung der GRUPPE BERLINER MONDBEOBACHTER findet am

Montag, d. 8. Dezember 1975, um 20 Uhr

im Planetarium am Fuße des Insulaners statt.

---.---.---.---

