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

1000 BERLIN 41 · Munsterdamm 90 · Insulaner · Ruf 7962029

P r o t o k o l l

der

265. Sitzung der

Gruppe Berliner Mondbeobachter

1982 Dezember 13

Beginn: 20.05 Uhr

Anwesend die Damen: Heyfelder-Wenzel, Kirschke, Sävecke, Tietenberg, sowie die Herren: Bock, Freitag, Gerwien, Hänig, Hartmann, Jahn, Kunert, Liebold, Meyer, Mützelburg, Rentzing, Sydow, Tietenberg, Tschiersky, Voigt, Wenzel, Wörner.

Herr Kunert eröffnet die Sitzung und bespricht ausführlich die drei astronomischen Jahrbücher für den Amateurastronomen:

"Das Himmelsjahr" (Keller), ~~den Kalender für Sternfreunde~~ (Ahnert) und den "Sternenhimmel" (Wild, früher Nef).

Im Anschluß daran zeigt Herr Kunert das Mondprofil im Verlauf der partiellen Sonnenfinsternis vom 15. Dezember 1982 und regt zur Beobachtung an, falls das Wetter diese zulassen sollte.

Herr Tschiersky erklärt sich bereit, über das Buch "Der Mond" von Patrick Moore zu berichten. Andere Referenten finden sich leider nicht. Dann erhält Herr Jahn das Wort zu einem Bericht über einen Brief von Herrn Gerd Beck aus Hermaringen über das Strahlensystem des Proclus:

"Anfang des Jahres 1982 machte Herr Beck Beobachtungen am Strahlensystem des Kraters Proclus. Er benutzte dabei einen 8" Schmidt-Cassegrain bei 160 + 220facher Vergrößerung. Ihm fielen dabei einige Besonderheiten auf, die es ihm wert erschienen, sich darüber ein paar Gedanken zu machen und dies schriftlich niederzulegen. Die Früchte dieser Arbeit liegen uns hiermit vor, und ich habe das Vergnügen, diese in Kurzfassung zur allgemeinen Kenntnis zu bringen.

Der Mann ist wohl auch deshalb damit an die Öffentlichkeit getreten, weil er der Meinung ist, daß ein Amateur mit seinen bescheidenen Mitteln auch Beiträge zu umstrittenen Mondtheorien liefern kann. (Öffentlichkeit ist wohl vorerst zuviel gesagt, es handelt sich dabei um einen Brief, der eigentlich an Herrn Lukas gerichtet ist). Um überhaupt zu zeigen, worum es sich dabei handelt, zeigt Herr Jahn ein Dia. Nach der Beschreibung kam der Referent zum eigentlichen Kernpunkt, nämlich zur "Theorie der Entstehung der strahlenfreien Zone" - Herr Beck schreibt dazu:

Die strahlenfreie Zone um Proclus sieht bei steilem Lichteinfall dunkel aus. Wenn man sie in eine Karte einzeichnet, sieht man, daß sie in etwa mit dem äußeren Kraterabhang zusammenfällt. Folgende Erklärungsmöglichkeiten bieten sich an:

-Verschüttung des Strahlenmaterials durch Bergrutsch

-Staubablagerung

-Verdeckung durch Gesteinsmassen, die bei der Kraterbildung ausgeworfen wurden.

Ein besonderes Phänomen ist der Ausläufer der strahlenfreien Zone. Er setzt am Nordrand von Proclus an, läuft von dort aus in Richtung Norden und endet in den Kratern Macrobius D und E. Für eine Deutung dieses Phänomens muß ich etwas weiter ausholen. Vor etwa 4 Milliarden Jahren schlug ein Körper von Planetoiden-Größe an der Stelle ein, an der sich heute das Mare Crisium befindet. Nach und nach wurde das Becken, das nach dem Planetoideneinschlag entstanden war, mit Lava ausgefüllt und "verheilte" gewissermaßen. Eine bleibende, sehr empfindliche Narbe ist hingegen das System von in Bezug auf das Mare konzentrischen und radialen Bruchlinien in der Mondkruste, das sich bei diesem Einschlag gebildet hat (1). Manchmal werden diese Bruchlinien als Rillen sichtbar (Rimae, Fossae), wie in der Umgebung des Mare Humcrum, jedoch muß dies nicht unbedingt der Fall sein. Vor einigen Millionen Jahren schlug dann ein Meteorit ein, der den Krater Proclus bildete. Nach einigen Sekunden waren dann die wesentlichen Züge des Strahlensystems bereits ausgebildet.

Nun hat offensichtlich dieser Meteorit genau eine dieser Bruchlinien getroffen und sie dabei reaktiviert. Darauf deutet der Graben nördlich von Proclus hin. Er beginnt am Nordrand von Proclus, wo er sich tief in ein Felsenmassiv eingräbt, setzt sich 40 km weit andeutungsweise fort und endet nach einem Knick um etwa 25° vorläufig in Macrobius D. Er ist wieder sichtbar, nachdem er aus Macrobius E wieder entspringt, einige Kilometer weit geradeaus verläuft und dann um ungefähr 70° Richtung Westen abbiegt; dort verliert er sich allmählich.

Diese Bruchlinie ist recht tief, da sie tektonischen Ursprungs ist. Sie hat (oder hatte zumindest) Verbindung zu sublunaren Magma- und Gaskammern. Aus dieser Spalte sickerte zum Teil Lava, die das Massiv bildete, in dem Macrobius D und E liegen. Diese beiden Krater könnten dann einerseits vulkanischen Ursprungs sein, andererseits aber auch als Einsturzlöcher gedeutet werden, wie im Fall der Hyginusrille (1). Der strahlenfreie Ausläufer kann dann so erklärt werden: Wahrscheinlich postvulkane Gase (z.B. SO₂) strömten aus der Spalte und rissen dabei Staub mit sich. Der dunkle Staub lagerte sich beiderseits der Bruchlinie ab und überdeckte das Strahlenmaterial.

Dies wäre eine einfache und direkte Erklärungsmöglichkeit, die noch durch folgende Tatsache gestützt wird: In und um Proclus wurden schon mehrmals TLPs (vorübergehende Erscheinungen auf dem Mond) beobachtet (3). Dieser Krater steht sogar in dem Verdacht, sehr aktiv zu sein. Dies wäre ganz natürlich zu erklären, wenn man Gasaustritte aus dieser Spalte annimmt (5)

Der Palus Somnii

Die Erklärung des Phänomens Palus Somnii wird eine schwere Aufgabe für die Mondforschung sein. Zur Einführung eine kurze Beschreibung: Der Palus Somnii ist (bei grauer, leicht grünlicher Färbung) um einiges dunkler als die Terragebiete, aber auch etwas heller als die Ebenen des Mare Tranquilitatis. Im großen und ganzen entspricht seine Struktur jedoch der anderen Terragebiete. Diese Helligkeitsanomalie an sich wäre schon untersuchenswert. Noch merkwürdiger ist die Tatsache, daß nicht ein einziger Strahl oder auch nur eine Andeutung eines solchen im Palus Somnii sichtbar ist. Auch ist hier nichts von dem oben beschriebenen zusammenhängenden Strahlenhof zu sehen. Es gibt eine Ausnahme: Die kleine Ebene westlich von Proclus, die ebenfalls schon vorgestellt wurde. Sie erscheint unter steilem Lichteinfall hell.

Diese Erscheinung Palus Somnii bedarf dringend einer Klärung, vor allem in Anbetracht ihres Alters. Die großräumige Formung der Mondoberfläche wurde vor 3,1 Milliarden Jahren mit der Bildung der letzten Maria abgeschlossen (1).

Die Strahlenkrater hingegen sind sehr jung. Dafür gibt es mehrere Hinweise:

- Sehr junges Aussehen des Kraters, d.h. scharfer Rand und relativ glattes Inneres.
- Das Strahlensystem selbst; Es gibt nämlich eine Entwicklungsreihenfolge im "Leben" der Krater. Die jüngsten haben Strahlensysteme, die sich mit der Zeit durch Erosion verlieren. Alle Stadien dieser Entwicklung können auf dem Mond beobachtet werden (1),
- Die stratigraphische Abfolge: Strahlenkrater und ihre Strahlensysteme überdecken alle anderen Formationen, sind folglich die zuletzt entstandenen (1).

Im krassen Gegensatz zu dem zuletzt aufgeführten Punkt steht Palus Somnii. Hier scheint eine Umkehrung der Stratigraphie stattgefunden zu haben, was in diesen Größenordnungen aber nicht der Fall sein kann. Der einzige sonst mögliche Schluß ist der, daß die Oberflächenschicht des Palus Somnii jünger sein muß als das Strahlensystem des Proclus! Nun stellt sich aber die Frage nach dem Mechanismus, der solche großräumigen Veränderungen viel später als die angeblich letzten großen Veränderungen hervorbrachte. Ich kann als Erklärung nicht viel anbieten. Es ist gut möglich, daß die Stoßwellen, die beim Einschlag eines größeren Meteoriten auftreten, ausreichen, um vernarbte Bruchlinien und Spalten wieder aufzubrechen. Vielleicht wurde auch hier wieder Staub bei postvulkanen Entgasungen aufgewirbelt und abgelagert. Prinzipiell wäre dies möglich, da das Bruchliniensystem des Mare Crisium bis in dieses Gebiet reicht (1)

Texte zu den Zeichnungen:

- Bild 1: Das Strahlensystem des Proclus nach einer Beobachtung vom 07.01.1982, V = 222x. Die hellsten Partien des Strahlensystems sind als die dunkelsten Flächen eingetragen.
M.C.-Mare Crisium, P.-Proclus, P.S.-Palus Somnii, M.-Macrobius.
- Bild 2: Die strahlenfreie Zone. Strahlenbedecktes Gebiet ist schraffiert eingetragen. Gut erkennbar ist der zusammenhängende Strahlenhof, den an einigen Stellen die großen Strahlen verlassen.
- Bild 3: Umgebungskarte von Proclus. Der im Text erwähnte Graben ist als gestrichelte Linie erkennbar. P-Proclus, D-Macrobius D, E-Macrobius E.

Literatur:

- (1) J.E.Guest, R.Greeley-Geologie auf dem Mond (1977)
K.von Bülow - Die Mondlandschaften (1969)
J.Classen - Die Sterne, Heft 7/8 (1968)
J.Classen - Die Sterne, Heft 1/2 (1969)
J.Mills - SuW 3/1981 - Seite 107
P.Moore - Die Welt des Mondes (1957)
Geologie des Mondes
TLPs
TLPs und allgemeines Material über Mondforschung.

Daraufhin referiert Herr W e n z e l über den Vulkanismus auf dem Mars (Greeley, R., Spudis, P.D., in "The Moon and the Planets", No.4, June 1982; Bibliography S.421)

Die Erforschung des Vulkanismus auf dem Planeten Mars ist von großer Bedeutung für das Verständnis der Geschichte und des inneren Aufbaus des Planeten. Einmal geben uns die durch vulkanische Eruptionen gebildeten Schichten Aufschluß über die Zusammensetzung des Planeteninneren. Zweitens gibt uns die Höhe der Vulkane einen Hinweis auf die ungefähre Dicke der Lithosphäre und drittens kann aus der Verteilung und der Schichtdecke der vulkanischen Ablagerungen auf die Entwicklungsgeschichte des Planeten geschlossen werden.

Nun sind wir dank der Aufnahmen und der Auswertung des Viking-Programms in der Lage, uns eine Vorstellung von der "Vulkangeschichte" des Planeten Mars zu machen. Die Ergebnisse zeigen, daß der Vulkanismus auf dem Mars das wesentliche Element der Krustenbildung war.

Die beiden Autoren unterscheiden in ihrem Artikel zwei Hauptgruppen von Vulkan-gebieten:

- einzelne Vulkanberge, die sich durch wiederholte und andauernde Ausbrüche gebildet haben (punktförmige Quellen)
- vulkanische Ebenen, die den Mare-Gebieten auf dem Mond ähneln (Spalteneruption)

Zu der erstgenannten Gruppe gehören die gewaltigen Schildvulkane des Tharsis-Hochplateaus. Als charakteristischer Vertreter dieser Gruppe ist der "Olympus Mons" zu nennen, dessen Höhe auf 20-27 km geschätzt wird und der einen Basisdurchmesser von 600 km und einen Kraterdurchmesser von etwa 80 km hat.

Dagegen nimmt sich der höchste Vulkan auf der Erde ("Mauna Loa" auf Hawaii) mit etwa 10 km Höhe (vom Meeresboden bis zum Gipfel) fast bescheiden aus.

Zu der erstgenannten Gruppe gehören ferner die kegelförmigen Vulkane, die oft inmitten des kraterreichen Geländes der Südhemisphäre des Planeten liegen (typischer Vertreter ist "Apollinaris Patera"). Diese Vulkane haben meist steilere Flanken als die großen Schildvulkane; daher nimmt man an, daß sie durch geringere Eruptionsraten und dünnflüssigere Lava entstanden sind. Die Caldera des "Apollinaris Patera" (Patera=Lat.=Untertasse) hat ca. 100 km Durchmesser; ein noch deutlich erkennbarer Lavastrom erstreckt sich bis auf 200 km Entfernung vom Gipfel.

Eine Sonderform dieser Hauptgruppe stellt der Vulkan "Alba Patera" dar, der bei einem Basisdurchmesser von 1600 km nur etwa 2 km hoch ist. Hier können Lavaströme unterschiedlichster Form und Ausdehnung beobachtet werden, die durch unterschiedliche Zusammensetzung des Eruptionsmaterials entstanden sind.

Ferner gehören zu dieser Gruppe noch Aschen- und Schlackenkegel, die rund um die Marsoberfläche verteilt sind.

Nun zu den vulkanischen Ebenen:

Diese Ebenen sind ausschließlich auf der Nordhalbkugel des Planeten zu finden. Während die besprochenen Einzelvulkane zum Teil relativ junge Gebilde sind, entstanden die mareähnlichen Ebenen wesentlich früher und zwar aus sog. Spalteneruptionen. Sie weisen als charakteristische Merkmale Mare-Rücken sowie lappenförmige Fließstrukturen auf. Es werden von den Autoren vier Untergruppen unterschieden:

- Ebenen mit mareähnlichen Rücken, Lavatunnel und -kanälen
- Ebenen mit komplexen Lavaflüssen, die deutliche Fließstrukturen bildeten
- Ebenen, die durch Kratereinschläge, Erosion und Tektonik im Laufe der Zeit so umgestaltet wurden, daß ihr Ursprung nicht eindeutig bestimmbar ist (Ebenen mit Bruchlinien)
- Ebenen in der Nähe von Vulkangebieten, die keine der genannten Charakteristischen Merkmale aufweisen (wahrscheinlich durch Erdbeben und Aschenströme gebildet).

Zu den Ebenen mit den mareähnlichen Rücken und den Lavakanälen ist folgendes zu sagen:

Hat sich ein Lavastrom über ein Gebiet ausgebreitet, so kühlt naturgemäß zuerst die Oberfläche ab und bildet eine feste Kruste. Kühlt nun die Lava im Inneren des Stromes ab, so wird die Kruste infolge der Zusammenziehung der Lava in einzelne Platten aufbrechen. Sind diese Grenzen wieder erstarrt, führen weitere

Plattenbewegungen zu Faltungen und Aufwölbungen entlang dieser Grenzen, und es entstehen die "Rücken".

Fließt die Lava unter der festen Kruste weiter, können sich Hohlräume bilden, die als Lavatunnel bezeichnet werden. Bricht die Kruste an diesen Stellen später ein, können wir sog. Lavakanäle beobachten.

Die Ebenen mit den Fließstrukturen entstehen, wenn aus einem Bruchspalt dünnflüssige Lava austritt und sich mit hoher Geschwindigkeit ausbreitet. Diese Gebiete haben im Gegensatz zu den vorher beschriebenen relativ glatte Oberflächen, und es können überflutete Krater beobachtet werden. An den Rändern dieser Regionen erkennt man sog. lappenförmige Lavafronten, deren Höhe ca. 30 m betragen kann.

Vom Vulkan "Arsia Mons" geht eine Geländeform aus, die als riesiger Erdrutsch gedeutet wird (Länge 600 km). Man nimmt an, daß diese Ebene entstand, als die Flanken des Vulkans infolge des Schmelzens von Permafrost instabil wurden, und über das angrenzende Gebiet abrutschten.

Werden nun diese unterschiedliche Vulkangebiete im Zusammenhang betrachtet und berücksichtigt man relative Alterszahlen aus der Kraterstatistik, kann die "vulkanische Entwicklungsgeschichte" des Planeten Mars ermittelt werden.

- Die erste Kruste des Planeten wurde durch starken Meteoriteneinfall immer wieder aufgebrochen, und es kam zu großen Lavaüberflutungen (Ende etwa vor 3,5 Mia. Jahren)

- Infolge zunehmender Temperaturen im Planeteninneren (Radioaktivität) änderte sich das Volumen des Planetenmantels, wodurch Dehnungsbrüche an der Oberfläche auftraten (begleitet von Lavaausbrüchen).

- Vor 1 oder 2 Mia. Jahren begann die Anhebung des Tharsis-Plateaus. Dies führte zu einem Aufbrechen der Kruste der nördl. Hemisphäre, die eine "Zweiteilung" der Marsoberfläche bewirkte (daher ist die Kruste der südlichen Halbkugel "älter" und weist mehr Krater auf)

- Auf der südlichen Hemisphäre entstanden einzelne Vulkane und Aschenkegel (z.B. Apollinaris Patera vor 300 Mio. Jahren)

- Mit der Anhebung der Plateaus und der damit verbundenen "Verdünnung" der Kruste des Planeten in diesen Gebieten, entstanden die gewaltigen Schildvulkane; vor ca. 100 Mio. Jahren.

- Mit zunehmender Dicke der Planetenkruste wurde der Vulkanismus immer mehr verdrängt, so daß wir heute keine aktiven Vulkane mehr beobachten können.

Der Vortrag erhält großen Beifall. Dann spricht Herr R e n t z i n g über einen Artikel aus "Naturwissenschaften", 69. Jahrgang, Heft 9, September 1982:

Die Geologie des Mondes - die kreisförmigen Becken

Krater aller Größen und die kreisförmigen Becken wurden durch Impaktkörper, die auch das Regolithgestein bildeten, geformt.

Diese Impaktkörper treffen auf die Mondoberfläche mit Geschwindigkeiten zwischen 2,4 und 70 km/sec. Am Auftreffpunkt eines solchen Projektils entstehen zwei Stoßwellen hoher Druckamplitude, die sich mit Überschallgeschwindigkeit vorwärts in den Untergrund und rückwärts in das Projektil bewegen. Solange die Stoßwellen im Projektil nicht dessen Rückseite erreicht hat, dringt dasselbe in den Untergrund ein. Sobald die Stoßwelle an der Rückseite des Projektils angekommen ist, setzt die Entlastung des komprimierten Projektils und dann auch des Untergrundes ein, derzufolge verdampftes und verkleinertes Material ausgeworfen wird und die Hohlform des Kraters entsteht. An den inneren Kraterwänden zeigen sich terrassenförmige

Abrutschungen, der Krater vergrößert sich, während sich der Kraterboden hebt. In den großen bildet sich ein Berg, eine zentrale Erhebung. Einige 100 Mio. Jahre nach diesen Ereignissen erschienen auf der Mondoberfläche infolge von Aufschmelzungen, die in der Tiefe durch radioaktive Wärme veranlaßt wurden, Basaltlaven in den kreisförmigen Becken. Die Ergüsse der Basalte erfolgten vornehmlich in ihnen, weil dort die Kruste bis in große Tiefen gelockert und zerklüftet war.

Mondentstehung

Für die Entstehung des Mondes gibt es mehrere Hypothesen. Davon scheint die sog. "Spaltungshypothese", die besagt, daß der Mond aus einer aquateriales Aufschwellung der anfänglich schneller rotierenden Erde abgetrennt wurde, nach den neuesten Daten am wahrscheinlichsten. Nach einem Vorschlag von Ringwood bildete sich durch den Einschlag asteroidenähnlicher Körper auf der Erde ein Ring von Staub und Gasen aus Erdmantelmaterial, aus welchem der Mond durch Akkretion und Kondensation entstand.

Dazu folgende Literaturhinweise:

Übersichten: Baldwin, R.B.: The Measure of the Moon. Univ. Chicago Press 1963; Mutch, Th.A.: Geology of the Moon. A Stratigraphic View. Princeton Univ. Press 1970; Schulz, P.H.: Moon Morphology, Interpretation based on Lunar Orbiter Photography. Austin-London; Univ. of Texas Press 1972; Frondel, J.F. Lunar Mineralogy, New York-Sydney-Toronto: Wiley 1975; Taylor, St.R.: Lunar Science. A Post Apollo View, New York-Toronto-Oxford: Pergamon Press 1975; Short, N.M.: Planetary Geology, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall 1975; Lindsay, J.F.: Lunar Stratigraphy and Sedimentology. New York-London-Sydney-Toronto: Wiley 1975; King, E.A.: Space Geology. New York-London-Sydney-Toronto; Wiley 1976; French, D.M.: The Moon Book. New York: Penguin 1977; Ringwood, A.E.: Origin of the Earth and Moon. New York-Heidelberg-Berlin; Springer 1979; Guest, J.E. Greeley, R. (Übersetzt von W.v. Engelhardt): Geologie auf dem Mond. Stuttgart: Enke 1979; Ahrens, L.H. (ed): Chemistry of the Moon. Oxford-New York-Toronto: Pergamon Press 1981.

Die Versammelten danken Herrn R e n t z i n g für seinen schönen Vortrag.

Die Referenten werden gebeten, in Zukunft nur eine Kurzfassung für den Abdruck ins Protokoll vorzulegen.

Am Schluß der Sitzung erhält Herr S y d o w das Wort. Das Problem der Entstehung der Gezeiten durch den Mond beschäftigt ihn bekanntermaßen schon sehr lange. Er wird gebeten, sich mit seinen Fragen an Herrn M ä d l o w zu wenden, der sich mit dem Problem ausführlich befaßt hat.

Herr K u n e r t wünscht am Schluß der Veranstaltung allen Teilnehmern frohe Festtage.

Die Sitzung schließt um 21,35 Uhr.

Die nächste Sitzung der Gruppe Berliner Mondbeobachter findet am

M o n t a g , d. 10. J a n u a r 1 9 8 3 , um 20 Uhr

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

gez. H ä n i g , J a h n , K u n e r t , R e n t z i n g

