

---

# WILHELM FOERSTER STERNWARTE & MIT ZEISS-PLANETARIUM BERLIN

---

BERLIN 41 • Munsterdamm 90 • Insulaner • Ruf 7962029

---

## Protokoll

der

271. Sitzung der

Gruppe Berliner Mondbeobachter

1983 Juni 13

---

Beginn: 20.05 Uhr

Anwesend die Damen: Heyfelder-Wenzel, Müller, Sävecke, sowie die Herren: Bauer, Biastock, Hänig, Jarnack, Kurnert, Mackowiak, Mützelburg, Sydow, Tschiersky, Voigt, Wenzel, Freitag.

Herr Kurnert eröffnet die Sitzung, begrüßt die Anwesenden und gibt sofort Herrn Freitag das Wort, der aus der Zeitschrift "The moon and the planets" über "Thermoluminescence of the Lunar Surface" (Autors: Marie-Lise Chantin, Veronique Lepine, and Jacques E. Blamont) berichtet.

"Lumineszenz wurde schon seit 1946 (von Herrn Link) als Ursache für gewisses "Leuchten des Mondes" z.B. bei Finsternissen vorgeschlagen. Mit Lumineszenz kann man auch einige Moonblinks erklären. Einige Arbeiten hatten bereits Lumineszenz für kleine Gebiete der Mondoberfläche im Vollmondlicht photoelektrisch nachweisen können. Die Lumineszenzanteile des Gesamtlichts lagen zwischen 1 - 20 %, gemessen in ausgesuchten Spektralbereichen mit Änderungen innerhalb von Minuten.

Wie kann man überhaupt Lumineszenz vom gewöhnlichen Licht unterscheiden ?

Prinzipielle Beschreibung des Meßverfahrens:

Mit einem Spektrographen erstellten die Experimentatoren das Linienprofil ausgesuchter Gegenden der Mondoberfläche im Sonnenlicht: Mare Tranquillitatis, Foecunditatis, Crisium, Humorum, Oceanus Procellarum, Tycho, Kepler, Copernicus und Aristarch. Dabei wurde für die Linien Na, K (Fraunhofer) 5890 Å, 7700 Å, deren Einsenkung gegenüber dem benachbarten Kontinuum gemessen (Ermittlung der Linienprofiltiefe). Vergleicht man diese Werte tags darauf mit dem Linienprofil der Sonne und stellt dort wesentlich stärkere Profiltiefen fest, so hat man ein Maß für die vom Mond stammende Eigenemission, die Lumineszenz in diesem Spektralbereich. In großer Ausführlichkeit werden die Faktoren der Fehlerrechnung etwas knapper die benutzten Beobachtungsgeräte beschrieben. Nach Berücksichtigung aller Fehler wird (außer für Aristarch) eine eindeutige Aussage über das Lumineszenzverhalten der Mondoberfläche gemacht. In den beiden gemessenen Linien erreicht die Lumineszenz gleich nach Vorüberziehen des Terminators (also bei Mondmorgen) Werte von bis zu 40 % der Kontinuums-helligkeit, gegen Mondmittag 5-10 % und fällt bis zur Bedeutungslosigkeit gegen Mondabend. Da also die Helligkeit als Funktion der Sonnenscheindauer abnimmt, handelt es sich um Thermolumineszenz, in der "Mondnacht bereitgestellte Energiereserven", die gleich nach Aufheizung bei Sonneneinstrahlung freigesetzt werden.

Herr K u n e r t dankt Herrn F r e i t a g für das Referat und bietet Material für Referate bei zukünftigen Mondgruppentreffen an. Herr T s c h i e r s - k y erklärt sich bereit, einen Aufsatz über Mondgestein in der Zeitschrift "Zenit" zu referieren. Eine größere Anzahl von Heften finden leider keine Bearbeiter. Im Anschluß daran stellt Herr M a c k o w i a k eine Reihe neuer astronomischer Diaserien vor.

Besprechung der Diaserie "Mondlandschaften":

Vor kurzem hat der für den Vertrieb astronomischer Arbeitsmittel bekannte TREU-GESELL-VERLAG den schon längere angekündigten Katalog "Diaserien Astronomie, farbig 1983/84" herausgegeben. Dieser acht Seiten umfassende Prospekt gibt eine Übersicht über das Angebot des Verlages an Astronomie und Raumfahrt Dias, die er aus Amerika bezieht. Die Bilder sind gerahmt und im 35-Millimeter-Superformat, was ein größeres Bildformat bedeutet, sie aber dennoch für jeden Projektor geeignet sein läßt. Wichtig ist nur, daß man Universalmagazine verwendet, da die Rahmen recht dünn sind und es bei Verwendung anderer Magazine passieren kann, daß die Bilder im Projektor stecken bleiben.

Jede Serie umfaßt im Durchschnitt 20 Dias und kostet 37,-- DM. Die Qualität der einzelnen Bilder ist hervorragend, ein Urteil, das man sich zu Recht erlauben kann, vor allem, wenn man den größten Teil der Serien besitzt und kennt. Leider gibt es zu den einzelnen Bildern Kommentare - ein Manko für denjenigen, der nur wenige oder keine astronomischen Kenntnisse besitzt und die Bilder präsentieren möchte.

Aus diesem Grund hat sich der Referent entschlossen, die Bilder der Serie "Mondlandschaften" (Bestellnummer 730 056) nicht nur zu zeigen und zu besprechen, sondern auch mit einem Kommentar zu versehen und dem Verlag diese Erläuterungen anzubieten:

#### Allgemeines

Der Mond gilt, seit der Mensch den Himmel beobachtet, wegen seiner großen Erdnähe als interessantester und besterforschter Himmelskörper. Schon mit bloßem Auge kann man helle und dunkle Gebiete auf seiner Oberfläche unterscheiden, die den Eindruck irdischer Kontinente und Meere erwecken und von den frühen Beobachtern auch so gesehen und mit entsprechenden Namen belegt wurden.

In der Erforschung des Erdbegleiters lassen sich drei Phasen nennen, die auch die Entwicklung der Astronomie widerspiegeln:

#### 1. Die Beobachtung mit dem bloßem Auge

Diese Phase umfaßt die Zeit von der Entstehung der Himmelskunde in Mesopotamien vor fünftausend Jahren bis zum Beginn des 17. Jahrhunderts und ist geprägt durch spekulative aber auch wissenschaftliche Überlegungen zur Natur des Erdbegleiters.

#### 2. Der Einsatz von optischen Instrumenten

Mit der Erfindung des Fernrohrs 1609 machte die Mondforschung einen entscheidenden Schritt nach vorn. Zum erstenmal konnten die Astronomen die "Welt" des Erdrabanten sehen und untersuchen. Mondforschung wurde in den folgenden Jahrhunderten zu einer der wichtigsten Aufgaben der Astronomie. Die Ergebnisse wurden in Mondkarten dokumentiert, deren bekannteste die 1834 - 37 von J.H. Mädler hergestellte große Mondkarte und die des Thüringer Lehrers Philipp Fauth sind. Fauths Karte bildet den Höhepunkt und Abschluß der zeichnerischen Darstellung der lunaren Topographie. Leider konnte er die Veröffentlichung seiner im Maßstab 1:1 Mio. angefertigten Arbeit (1964) nicht mehr erleben.

Auch die Fotografie wurde in den Dienst der Mondforschung gestellt. Um die Jahrhundertwende erschien der erste fotografische Mondatlas, den zwei Pariser Astronomen erstellt hatten.

#### 3. Die Erforschung durch Raumsonden

Mit dem Start des ersten künstlichen Erdsatelliten SPUTNIK I im Oktober 1957 begann eine neue Ära in der Erforschung des Mondes, die in ihren Auswirkungen

nur mit der Einführung des Fernrohrs gleichzusetzen ist. Der Mond wurde im Verlauf des Kampfes der beiden Großmächte USA und UDSSR um die Vorherrschaft im Weltraum Ziel zahlreicher Raumsonden, die auf ihn aufschlugen, ihn umkreisten und auf ihm weich landeten. Am konsequentesten führten die USA ihr Mondforschungsprogramm in diesen beschriebenen Schritten mit den RANGER-, LUNAR ORBITER- und SURVEYOR-SONDEN durch, das schließlich in den bemannten Landungen des APOLLO-Projekts gipfelte.

Die in dieser Serie zusammengestellten Aufnahmen stammen von den LUNAR ORBITER-Sonden, deren Aufgabe es war, aus der Mondumlaufbahn, die Oberfläche des Mondes fotografisch zu kartografieren und den Wissenschaftlern Entscheidungshilfen bei der Suche nach geeigneten Landeplätzen für die Apollo-Astronauten an die Hand zu geben. In der Zeit vom 10. August 1966 bis 1. August 1967 wurden fünf dieser Raumsonden zum Mond und in eine Umlaufbahn um den Erdtrabanten geschickt, die alle erfolgreich ihre Mission beendeten. Insgesamt hat das LUNAR ORBITER-Programm ca. 1600 hervorragende Bilder der Mondoberfläche erbracht, aus denen zahlreiche Spezialkarten für das APOLLO-Unternehmen im Maßstabe 1:5000 erstellt wurden. Der Mond gilt heute als einer der am besten kartografierten Himmelskörper.

Durchmesser	3476 km (0,272 Erddurchmesser)
Oberfläche	$3796 \times 10^7 \text{ km}^2$ (0,074 Erdoberfläche)
Mittlere Entfernung von der Erde	382 400 km
Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik	$5^\circ 8' 43''$
Rotationsdauer	27,3 Tage
Siderische Umlaufzeit	27,3 Tage
Synodische Umlaufzeit	29,5 Tage

Die Übereinstimmung zwischen der Rotationszeit des Mondes und dem siderischen Monat ist kein Zufall, sondern auf die sogenannte Gezeitenreibung zurückzuführen, die unser Planet vor Jahrmilliarden auf den damals noch zähflüssigen Mond ausgeübt hat. Dadurch bekam der Erdtrabant eine "gebundene" Rotation, die dazu führt, daß er dem Erdbeobachter immer dieselbe Seite zuwendet. Die Rückseite konnte erst im Zeitalter der Raumfahrt erforscht werden.

#### Dia 1: Copernicus

aufgenommen von LUNAR ORBITER aus 45 km Höhe. Kopernikus, am Rande des Oceanus Procellarum gelegen, ist einer der auffälligsten Krater auf dem Mond. Sein Durchmesser beträgt etwa 95 km, sein Wall erhebt sich ungefähr 5600 km über die Mondoberfläche. In seinem Innern gibt es mehrere Zentralberge, und außerdem ist er Ausgangspunkt eines auffälligen Strahlensystems.

#### Dia 2: Copernicus und Ejecta

Die vorherrschende Formation der lunaren Topografie bilden die Einschlagkrater, deren gewaltigster Kopernikus ist. Die Entstehung dieses Kratertyps konnte in den letzten Jahren durch Hochgeschwindigkeitsexperimente und durch geologische Untersuchungen auf der Erde geklärt werden: Ein mit einer Geschwindigkeit von 20 km/sec kosmischer Körper drückt die Mondoberfläche nach dem Erreichen zusammen. Es entsteht eine gewaltige Stoßwelle, und für kurze Zeit spritzt geschmolzenes Gestein zwischen dem Einschlagkörper und der Oberfläche heraus, überwindet die Gravitation

des Mondes und entweicht in den Weltraum. Der Einschlagkörper dringt tiefer, zerschmettert die Oberfläche und erzeugt eine schüsselförmige Vertiefung, die den entstehenden Krater abgrenzt. Durch Stoßwellen, die im ersten Augenblick des Einschlags entstehen, wird der spätere Krater ausgehöhlt, wobei das Material im Winkel von 40 Grad ausgeworfen wird. Da die Geschwindigkeit des ausgeworfenen Materials niedriger ist als die Einfallsgeschwindigkeit, fallen die Trümmer wieder zur Mondoberfläche zurück. Der Materialauswurf hält solange an, wie der Krater weiter wächst, wobei die Geschwindigkeiten mit der Erschöpfung der Einschlagsenergie rasch abnehmen. Das ausgeworfene Material fällt in großen Entfernungen wieder auf die Mondoberfläche zurück und erzeugt die sogenannten Sekundärkrater. Da die Auswurfgeschwindigkeit schnell abnimmt, schlägt das Material immer näher am Krater ein und benötigt dafür immer kürzere Zeit.

#### Dia 3: Tycho

Dieser Krater liegt auf der südlichen Halbkugel des Mondes. Er ist die jüngste und auffälligste Formation von Einschlagkratern. Von der Erde aus kann man bei Vollmond beobachten, wie von diesem 85 km großen Ringgebirge Strahlen ausgehen. Auffälligstes Objekt dieses Kraters ist der Zentralberg. Die Entstehung einer solchen Erscheinung wird im Zusammenhang mit dem Geburtsmechanismus der Einschlagkrater wie folgt erklärt: Die Festigkeit des Materials unter dem Kraterboden reicht nicht aus, um eine so große Vertiefung, wie sie durch den Aufsturz eines kosmischen Geschosses erzeugt wurde, auf die Dauer zu erhalten. Es kommt zu großräumigen Bewegungen nach oben und gegen das Zentrum des Kraters; der Boden hebt sich, der Krater verflacht, und im Zentrum entsteht ein "Zentralberg".

#### Dia 4: Tycho Nahaufnahme

Das Bild zeigt Terrassen an der inneren Wand des Kraters. Auffällig ist eine große Terrasse mit einer Anzahl von Strömen, die sich an einigen Punkten stauen und ebene Flächen bilden, im allgemeinen jedoch gegen den Kraterboden verlaufen. Wie entstehen die Terrassen? Nach dem Ende des Wachstums sind bei Kratern mit mehr als 15 km Durchmesser die steilen inneren Kraterwände zu hoch, als daß sie unter diesem Winkel stehenbleiben können. So rutschen große Teile ab, sinken zusammen und bilden Stufenterrassen.

#### Dia 5: Messier B

Die Messier-Krater-Gruppe ist ein seltenes Beispiel für einen fast horizontalen Einschlag. Ein von rechts einfallender Körper streifte zuerst die Oberfläche, wobei schon ein Großteil seiner Energie und Geschwindigkeit verloren ging, schlug dann nochmals auf und erzeugt die weiteren Krater. Da durch die Energie eines Einschlags zwei Krater gebildet wurden, haben die Krater der Messier-Gruppe einige ungewöhnliche Eigenschaften: Sie sind von länglicher Struktur, und der zweite Krater ist ebenfalls wieder doppelt.

#### Dia 6: Fresh young Crater

Eine der Hauptschwierigkeiten bei der Untersuchung der Mondkrater war bis vor kurzem, daß es keine Informationen darüber gab, wie ein "frischer" Einschlagkrater aussieht. Einer der besterhaltenen Einschlagkrater auf unserem Planeten ist der Meteorokrater in Arizona, der nur einige Zehntausend Jahre alt ist, aber in dieser Zeit doch schon wieder dem Einfluß der Erosion unterworfen war. Auf dem Mond finden wir dagegen Krater so erhalten, wie sie durch den Aufsturz vor "kurzem" entstanden sind.

#### Dia 7: Krater Kepler in der Nähe des Mondhorizonts

Kepler ist ein 35 km durchmessendes Ringgebirge - alle großen Krater werden so bezeichnet -, ein heller Strahlenkrater mit radialen Bändern im Innern. Die Wälle sind so stark terrassiert, daß sie an manchen Stellen aufgespalten erscheinen.

#### Dia 8: Gassendi's Rillen

Die Rillen bilden neben den Kratern und Maria eine weitere typische Erscheinung auf der Mondoberfläche. Es sind langgestreckte, schmale Linien, die auf jedem Gelände vorkommen und oft ohne Unterbrechung ganze Krater und Gebirge durchziehen. Manche bilden komplizierte Systeme. Nicht alle sind regelmäßig oder spaltenähnlich. Viele bestehen wieder aus Ketten kleinerer Krater. Der 89 km durchmessende Krater Gassendi ist reich an dieser topographischen Erscheinung, die wahrscheinlich auf großräumige tektonische Bewegungen in der oberen Mondkruste zurückzuführen ist.

#### Dia 9: Krater und Rillen

Diese berühmte Aufnahme von APOLLO 8 angefertigte Aufnahme zeigt im Vordergrund den 65 km großen Ringwall Godenius, umgeben von den Kratern Magellan, Gutenberg D und Colombo.

#### Dia 10: Überflutete Hochländer

Die Hochländer nehmen den größten Teil der Mondoberfläche ein. Es sind eng mit Kratern überdeckte Regionen, die durch ein unausgesetztes Bombardement gebildet wurden, in dessen Verlauf immer wieder die älteren Krater von neuen überdeckt und schließlich wieder zerstört wurden. Die bei Vollmond erkennbaren hellen Hochländer sind älter als die dunklen Maria. Aber durch Gesteinsproben weiß man heute, daß dieser Altersunterschied nicht so groß ist: Die ältesten Maria sind etwa 3,9 Milliarden Jahre alt, das Alter des Mondes beträgt 4,6 Milliarden Jahre. Demnach waren die Hochländer 700 Mio. Jahre oder weniger als 20 Prozent länger dem Bombardement ausgesetzt als die Maria.

#### Dia 11: Mare Orientale; Dia 12: Orientale Ejecta

Mit 900 km Durchmesser ist es eine der bedeutendsten Formationen des Mondes. Die Maria haben mit den irdischen Meeren nur den Namen gemeinsam. Sie sind nichts weiter als ausgedehnte Ebenen, die unter steiler Beleuchtung flach und strukturlos erscheinen, aber bei niedrigem Sonnenstand Myriaden von Kratern zeigen. Die Maria sind durch den Aufsturz von Planetensimalen oder Kleinplaneten entstanden. Ihr Inneres füllte sich durch Lavaströme auf, die aus den Mondtiefen emporstiegen, als sie sich durch radioaktive Prozesse aufheizten.

#### Dia 13: Rückseite des Mondes

Bis zum Beginn des Raumfahrtzeitalters war die Rückseite des Mondes vollkommen unbekannt. Die erste, allerdings recht schlechte Aufnahme von diesem Teil des Mondes lieferte am 4.10.1959 die Raumsonde LUNIK 3. Erst durch die LUNAR ORBITER-Sonden kennen wir die restlichen 41 Prozent des Mondes genau.

#### Dia 14: Tsiolkovsky

Der 240 km große Krater Tsiolkovsky stellt die bemerkenswerteste Formation auf der sonst marelosen Rückseite des Mondes dar. Der Boden dieses beachtlichen Ringgebirges ist eine der wenigen Stellen auf der erdabgewandten Seite des Mondes, die mit dem für die Maria typischen glatten, dunklen Boden bedeckt ist und seine Ursache in den Lavaauffüllungen während der späten Phase der Oberflächenbildung hat.

#### Dia 15: Alpental

Die meiste Ähnlichkeit mit irdischen Formationen haben die Mondgebirge, langgestreckte Bergketten von beträchtlicher Größe. Auf der nördlichen Halbkugel liegen beispielsweise die "Karpaten", der "Kaukasus" oder die "Alpen". Über den Gebirgszug der Alpen erstreckt sich das "Alpental", das etwa 10 km breit und 130 km lang ist. Neuere Aufnahmen der Mondsonden zeigen innerhalb dieses Tales eine weitere Rille.

#### Dia 16: Hyginus Rille

Diese Rille ist eine der bekanntesten auf dem Mond. Sie besteht im wesentlichen aus einer Kraterkette, wobei es sich nicht um Einschlagkrater, sondern einfach um Löcher im Boden handelt.

#### Dia 17: Rillen beim Aristarch

Aristarch (Durchmesser 37 km) liegt in der Nordwestregion des Mondes und gehört mit seinen Rillen zu den interessantesten Gegenden auf dem Erdtrabanten.

#### Dia 18: Schatten bei Herodot

In der Nachbarschaft des Kraters Aristarch liegt der ebenfalls 37 km durchmessende Krater Herodot, dessen topographische Charakteristika durch die Schattenwürfe sehr deutlich zum Vorschein kommen.

#### Dia 19: Hadley Berge; Dia 20: Berge, Felsen bei Camelot

Die vierte bemannte Mondlandung (Apollo 15) führte zur 1,5 km breiten und 200 - 300 m tiefen Hadley-Rille im Gebiet des Apenninen-Gebirges. Bei dieser Rille handelt es sich nach Meinung der Astronomen um die Rest einer frühen unter dem Boden verborgenen Lava-Röhre, die nach dem Ausbleiben weiterer flüssiger Lavaströme im Laufe der Jahrtausende allmählich einsackte.

#### Abschließende Wertung:

Die Dias geben einen ausgezeichneten Überblick über die verschiedenen Mondlandschaften und ihre topographischen Merkmale. Vielleicht könnte man noch zur Ergänzung eine Mondkarte beifügen, auf der die Orte dieser Aufnahmen markiert sind, sowie zwei oder drei Bilder der RANGER- und SURVEYOR-SONDEN, um die historische Entwicklung in der fotografischen Kartografie des Mondes zu dokumentieren. Alles in allem eine Serie, der große Verbreitung zu wünschen ist !

Herr K u n e r t dankt Herrn M a c k o w i a k für seine ausführlichen Erläuterungen. Es soll dem Treugesell-Verlag vorgeschlagen werden, die von Herrn Mackowiak zusammengestellten Texte den Diaserien beizufügen. Dann erhält Herr W e n z e l das Wort, der über die Zeitschrift "Icarus", Volume 53, No., 1, January 1983, berichtet.

"Viscosity of the Lithosphere of Enceladus", Quinn R. Passey.

### Viskosität der Lithosphäre von Enceladus

Daten von Enceladus: (aus: Das Himmelsjahr 1983)

- mittlerer Abstand vom Saturn: 238.300 km
- Umlaufzeit : 1 d 08h 52 min
- Durchmesser : 600 km
- Oppositionshelligkeit : 11<sup>m</sup>6

### 1. Einleitung

Hochaufgelöste Aufnahmen von Voyager II haben gezeigt, daß einige Gebiete der Oberfläche sehr kraterreich sind, während andere nur eine geringere Kraterdichte aufweisen. Die Kraterformen entsprechen denen von sehr jungen Mondkratern, aber einige Krater haben aufgefaltete Kraterböden. Die Ebenen mit der geringen Kraterdichte weisen Bruchlinien auf, die teilweise rechtwinklig zueinander liegen. Wegen ihrer geringen Kraterdichte müssen diese Gebiete jünger als die erstgenannten sein.

### 2. Einteilung der geologischen Gebiete

#### 2.1. Kratergebiet 1

Dieses Gebiet weist stark abgeflachte Krater auf, deren Tiefe wesentlich geringer ist als die vergleichbarer großer Mondkrater. Die Autoren unterscheiden 4 Untergruppen, wobei Kraterdurchmesser von 8 - 20 km unterschieden werden.

Die Krater der 1. Untergruppe haben etwa 8 km Durchmesser ; 75 % von ihnen erscheinen stark abgeflacht, während die übrigen 25 % nur geringe Veränderungen aufweisen.

Krater der 2. und 3. Untergruppe liegen in Grenzgebieten zu den Ebenen. Einige dieser Krater wurden durch horizontale Kräfte verzerrt. Diese Verzerrung kann durch teilweise Aufschmelzung der Gesteinsschichten erklärt werden. Die 4. Untergruppe enthält Krater mit einem Durchmesser bis zu 20 km, die ebenfalls stark abgeflacht sind.

#### 2.2. Kratergebiet 2

Dieses Gebiet weist ebenfalls eine hohe Kraterdichte auf, jedoch sind hier die Krater besser erhalten als im Gebiet 1. Einige der großen Krater (Durchmesser 20 km) haben aufgewölbte Böden, so daß auch hier eine ähnliche Umformung wie im Gebiet 1 aufgetreten sein muß.

#### 2.3. Kratergebiete 3 und 4

Diese Gebiete unterscheiden sich von den erstgenannten durch eine geringe Kraterdichte, wobei die Kraterdichte im Gebiet 3 etwas höher als die im Gebiet 4 ist. Die Krater haben ähnliche Verhältnisse von Durchmesser zu Tiefe wie Mondkrater. Diese Gebiete werden durch mehrere Bruchlinien zerteilt, die im Winkel von 90° zu einander liegen.

#### 2.4. Flache Gebiete (Typ 1 und 2)

Der erste Typ ist charakterisiert durch lange Rücken und Furchen. Die Höhe der Rücken

und Furchen. Die Höhe der Rücken liegt zwischen einigen hundert Metern bis zu 1,5 km. Die Entfernungen zwischen den Rücken reichen von 7 km bis 15 km.

Der zweite Typ weist eine glatte Oberfläche auf, die nur geringfügig durch Rinnen gestört ist. Weder der erste noch der zweite Typ lassen Krater erkennen; daher können Ebenen klar von den anderen Gebieten abgegrenzt werden. An den Rändern sind überflutete Krater zu finden.

### 3. Erklärungsversuche

#### 3.1. Kratereinschläge

Aus den Aufnahmen ist zu entnehmen, daß Enceladus in seiner Geschichte mehrmals mit großen Körpern kollidierte. Da gegenwärtig mehrere Objekte im Saturn-System bekannt sind, die auf ähnlichen Bahnen um den Saturn kreisen, ist anzunehmen, daß früher Körper existierten, die sich auf der gleichen Bahn wie Enceladus befanden. Wurden diese Objekte durch Zusammenstöße aus ihrer Bahn geworfen, so war eine Kollision mit Enceladus wahrscheinlich.

Die Autoren unterscheiden generell zwei Krater-Typen;

- Typ 1 wurde durch Objekte verursacht, die direkt aus dem sonnennahen Raum kommend auf einem Mond aufschlugen
- Typ 2 wurde durch Objekte verursacht, die ihrerseits schon Trümmer aus früheren Zusammenstößen zwischen Objekten des Saturnsystems und von außerhalb kommenden Objekten darstellten.

Auf Enceladus werden nun überwiegend Krater vom Typ 2 beobachtet; dies geht aus der Größenverteilung der Krater hervor. Während die ältesten Gebiete auf Enceladus vielleicht 3 Mia Jahre alt sind, wird für die jüngsten Strukturen ein Alter von 100 Mio Jahren angenommen.

#### 3.2. Aufwölbung der Kraterböden

Die Existenz der Kraterböden-Aufwölbung weist auf eine gewisse Zähflüssigkeit (d.h. Viskosität) der Oberfläche von Enceladus hin. Da nicht alle Krater diese Aufwölbung aufweisen, ist anzunehmen, daß dieser Prozeß nicht gleichmäßig über die gesamte Oberfläche auftrat, sondern nur in bestimmten Gebieten. Die Dichte von Enceladus ( $1,1 - 1,2 \text{ g/cm}^3$ ) läßt darauf schließen, daß dieser Mond überwiegend aus Eis (Wasser- und/oder Ammoniak) bestehen muß. Da die Viskosität von Eis von der Temperatur abhängt, wird bei ansteigender Temperatur mit zunehmender Tiefe die Viskosität immer mehr abnehmen.

Die Viskosität des Gesteinsmantels von Enceladus wird entscheidend durch die Anwesenheit einer darüberliegenden Regolith-Schicht beeinflusst. Der Regolith besteht aus losen Gesteinstrümmern und Eispartikeln, die durch Kratereinschläge gebildet wurden. Da die Stärke dieser Schicht u.a. von der Anzahl der Kratereinschläge abhängt, wird sie in den kraterreichen Gebieten wesentlich dicker als in den Ebenen sein. Auf Enceladus wird eine Schichtdicke von einigen 100 m bis zu 1 km angenommen.

Die Dicke dieser Schicht wird begrenzt durch die thermische Aushärtung und die Druckaushärtung des Regolith. Bei der thermischen Aushärtung verschmelzen die Eispartikel infolge der Aufschmelzung (bei ca.  $130^\circ\text{K}$ ); bei der Druckaushärtung werden sie durch den zunehmenden Druck zusammengepreßt und erhärten. Wegen der relativ geringen Masse von Enceladus wird die Druckaushärtung gegenüber der thermischen Aushärtung zurücktreten.

Da nun die Regolith-Schicht eine wesentlich geringere thermische Leitfähigkeit aufweist als eine feste Gesteinsschicht, wirkt sie wie eine Isolierschicht. Nimmt man an ihrer Unterseite eine Temperatur von 130°K an, so beträgt der Temperatursprung von Unter- zu Oberseite bei 70°K Oberflächentemperatur 60°K. Diese Wärmeisolierung bewirkt eine "Aufschmelzung" der oberen festen Gesteinsschicht, da ein Wärmestau auftritt. Der Grad der "Aufschmelzung" ist einmal abhängig von der Dicke der Regolith-Schicht; zum zweiten vom Wärmefluß des Grundgesteins. Da die abgeflachten Krater nur in bestimmten Gebieten auftreten, ist anzunehmen, daß hier der Wärmefluß höher als in den benachbarten Regionen gewesen sein muß.

In den Ebenen findet man keine abgeflachten Krater; dies ist ein Hinweis auf eine größere Festigkeit des Grundgesteins. Die Ebenen entstanden wahrscheinlich durch Aufschmelzungen des Gesteins und stellen die jüngsten Oberflächengebiete dar.

Herr K u n e r t dankt für das interessante Referat und wünscht den Anwesenden in der Urlaubszeit gute Erholung.

Er schließt die Sitzung um 21.05 Uhr.

Die nächste Sitzung der Gruppe Berliner Mondbeobachter findet am

M o n t a g , d. 08. August 1983, um 20 Uhr

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

gez. F r e i t a g , H ä n i g , K u n e r t , M a c k o w i a k , W e n z e l

Durch ein technisches Versehen wurden beim Protokoll für die 270. Sitzung die Autoren vergessen. Wir bitten folgende Namen bei diesem Protokoll am Schluß zu ergänzen:

gez. G i e b l e r , H ä n i g , J a r n a c k , K u n e r t , L i e b o l d

Schema der Gesteinsschichtung:

