
WILHELM FOERSTER STERNWARTE ^{E.}_{V.}

MIT ZEISS-PLANETARIUM BERLIN

BERLIN 41 Munsterdamm 90 Insulaner Ruf: 796 20 29

Protokoll

der

219. Sitzung der

GRUPPE BERLINER MONDBEOBACHTER

1977 November 14

Beginn: 20.05 Uhr

Es sind erschienen die Damen Hessdörffer, Porzel, Schmitz sowie die Herren Beneke, Fette, Freitag, Giebler, Hänig, Huffer, Jechow, Jürgens, Gerd, Jürgens, Holger, Kinnemann, Kuska, Lukas, Müller, H., Rothe, Schulz, M., Skarzynski, Stadler, Voigt.

In Vertretung für Herrn Kunert eröffnet Herr Lukas die Sitzung. Er begrüßt die Anwesenden auch im Namen von Herrn Kunert und erteilt Herrn Hänig das Wort:

Er zeigt einige Farbdias des Zodiakallichtes, die er im Oktober 1977 in St. Andreasberg im Oberharz aufgenommen hat. Herr Hänig machte diese Aufnahmen des Zodiakallichtes mit einem Zeiss Biotar (1:2; f=50 mm) in einer Pentacon-Kleinbildkamera auf Kodak Ektachrome-high-speed-Kleinbildfilm, der in einem Speziallabor auf 27° entwickelt wurde. Die Belichtungszeiten lagen zwischen 20 Sekunden und 6 Minuten. Die Kamera war dabei an einer kleinen parallaktischen Montierung befestigt. Herr Hänig führte die Kamera bei den Aufnahmen des Zodiakallichtes entweder mit der Hand nach oder machte die Aufnahmen mit feststehender Kamera. Der Lichtkegel des Zodiakallichtes ist auf den Aufnahmen deutlich zu erkennen. Er erreichte in den Aufnahmenächten (12., 13. u. 14. Oktober 1977) gegen 5^h MEZ eine Höhe von ca. 50° über dem Osthorizont.

Herr Hänig erwähnt in seinem Referat die aufnahmetechnischen Schwierigkeiten, die bei der Photographie des Zodiakallichtes auftreten, besonders dann, wenn man das Morgenlicht des Zodiakallichtes (Morgensichtbarkeit des Zodiakallichtes vor Beginn der Morgendämmerung) photographisch erfassen will. Er berichtet weiter, daß in den Beobachtungsnächten die Beobachtungsbedingungen (Durchsicht, Bewölkung, etc.) extrem gut waren. Dann gibt er als visuelle Helligkeit des Zodiakallichtes über dem Osthorizont am 12., 13. u. 14. Oktober 1977 zwischen 3^h45 und 5^h MEZ die gleiche Helligkeit wie die Helligkeit der hellen Milchstraßenpartien im Sternbild Cygnus an. Der Beobachtungsplatz ist nach Osten hin frei und ungestört von irdischen Lichtquellen."

Herr Lukas erwähnt, daß Kritik am "Mondprotokoll" laut geworden sei, weil in letzter Zeit kaum über die praktischen Mondbeobachtungen der Amateure berichtet wurde. Er ruft die aktiven Beobachter zu vermehrter photographischer und visueller Arbeit auf. Er verliest einen Brief von Herrn Aebi über Beobachtungen von Vogelzügen vor der Mondscheibe. Von Ornithologen werden auch derartige Beobachtungen gerne angenommen, vorausgesetzt, daß diese über längere Zeit und systematisch durchgeführt werden.

Herr Lukas referiert kurz über einen Bericht in "Bild der Wissenschaft" vom Sept. 1977 mit dem Titel "Die Mondforschung geht weiter". Dort wird ausgeführt, was mit dem Mondmaterial (382 kg) geschieht, das die Apollo-Astronauten vom Mond mitgebracht haben, ferner mit den Informationen, die auf Magnetbändern gespeichert sind.

Die Meßdaten allein des Apollo-Programms sind auf 94 000 km Magnetbändern gespeichert. Das Material wird jetzt zentral in einem gigantischen, speziell für diesen Zweck errichteten Lager-, Bearbeitungs-, Experimentier- und Simulationsgebäude untergebracht. Die Auswertung wird noch Jahre in Anspruch nehmen.

Herr L u k a s berichtet über die neuesten Erkenntnisse der Jupiter-Trabanten. Die 14 Monde werden in drei Gruppen eingeteilt: Galilei-, Himalia- und Pasiphae-Gruppe. In folgender Tabelle sind die Gemeinsamkeiten dargestellt.

G a l i l e i - G r u p p e

Monde I, II, III, IV, V mit Umlaufzeiten zwischen $0,5^d - 16,7^d$, der Jupiter-entfernung in Radien des Planetenkörpers von 2 - 26, sehr geringer Bahnneigung gegenüber dem Jupiteräquator und geringer (0,01) Bahnexzentrizität. Die Monde I - IV sind große Körper mit Durchmessern zwischen 3 100 und 5 270 km, Mond V fällt mit 160 km Durchmesser aus dem Rahmen.

H i m a l i a - G r u p p e

Monde VI, VII, X, XIII mit Umlaufzeiten von $239^d - 260^d$, einer Entfernung von 18 - 60 Jupiterradien, Bahnneigung im Mittel von 28° und Bahnexzentrizität zwischen 0,13 und 0,21; die Trabanten haben eine Größe zwischen 18 und 60 km.

P a s i p h a e - G r u p p e

Monde VIII, IX, XI, XII mit Umlaufzeiten von $625^d - 755^d$, einer Entfernung zwischen 290 und 336 Jupiterradien, Bahnneigung 147° bis 164° (rückläufig) und hoher Bahnexzentrizität von 0,17 bis 0,38. Die Körper weisen eine Größe zwischen 11 und 22 km auf.

Im ORION 35 (1977), S. 113 sind die neuesten Erkenntnisse über die Jupitermonde dargestellt. Vom Mond Io (II) sind vor kurzer Zeit Farbaufnahmen hergestellt worden, die beweisen, daß die bereits um die Jahrhundertwende entdeckte rötliche Verfärbung des Pols existiert. Eine weitere Besonderheit dieses Mondes führt dazu, daß seine Helligkeit nach dem Austritt aus dem Jupiterschatten für kurze Zeit größer ist als sonst. Dieses rätselhafte Phänomen hat noch keine Erklärung gefunden. Pioneer 10 entdeckte bei ihrem Vorbeiflug in 100 km Höhe über Io ionisierte Teilchen, die auf eine Atmosphäre schließen lassen, allerdings nur von einer Dichte, die ein Milliardstel der Erdatmosphäre am Erdboden entspricht. Von den anderen Trabanten sind keine so detaillierten Erkenntnisse gewonnen worden. Callisto (IV) hebt sich durch seine dunkle Oberfläche von den anderen großen Monden ab, es bestehen offensichtlich erhebliche Unterschiede in Aufbau und Zusammensetzung der Trabanten.

Unbekannt sind die Oberflächen der Monde der beiden anderen Mond-Gruppen. Vielleicht ähneln sie den Mars-Monden und sind ebenfalls eingefangene Planetoiden.

Nun erteilt Herr L u k a s das Wort Herrn V o i g t, der über Teile des neuen Buches "The Moon - A New Appraisal From Space Missions And Laboratory Analyses", London 1977, referiert.

Herr V o i g t beginnt mit dem Hinweis, daß seine Besprechung eine Zusammenfassung von Diskussionsbeiträgen, die anlässlich eines Treffens von Forschern in der Zeit vom 9. - 12.6.1975 gehalten wurden, darstellt. Der deutsche Titel des Buches: "Der Mond - Eine neue Beurteilung der Weltraum-Expeditionen und der Labor-Analysen", herausgegeben am 31.3.77 von der Royal Society, London. Der vollständige Inhalt des Buches ist für ein einmaliges Referat viel zu umfangreich. Es stellt eine umfassende Zusammenstellung der neuesten Forschungsergebnisse sowohl der Mondlandungen als auch der Auswertung der mitgebrachten Mondgesteine dar. Herr V o i g t beschränkt sich daher darauf, einen Überblick über den Inhalt des Buches zu geben und das Vorwort, das die Forschungsergebnisse zusammenfaßt, zu übersetzen.

Eine umfassende Übersicht über die Vielfalt der Themen vermittelt ein Blick in die nachfolgende Inhaltsangabe:

I. Die Schichtung und die Massenzusammensetzung des Mondes

Umriß der Mondgeschichte

Chemische Zusammensetzung des Mondes, der Erde und meteoritischer Körper

Elementare Wechselbeziehungen und Zusammensetzung des Mondes

Lithium und Halogene in Mondproben

Vergleichende Geschichte der Chemie der Erde, des Mondes und vergleichbarer Steinmeteoriten

Bestrahlung und Zusammenballung fester Körper im Raum
bezogen auf Beobachtungen an Mondgestein und Sand

II. Die früheste Entwicklung der Kruste

Die frühe Geschichte des Mondes: Beweis für die frühere Zusammenballungsgeschichte des Sonnensystems

Einige gesteinskundliche Gesichtspunkte der Imbrium-Schichtung

Grundlage der Erklärung des Alters der Serenitatis-, Imbrium- und Orientalis-Ereignisse

Mondentstehung: Existiert eine globale radioaktive Kruste auf dem Mond?

Mondgeschichte, wie sie durch radiometrische Messungen des Alters von Mondproben erklärt werden kann

Mondgebirge, Schichtung und radiometrische Altersbestimmung.

III. Die Füllung der Mare-Becken

Absolute Zeitskala der Mare-Formationen und Füllungen

Mare Basaltzusammensetzung

Zwei-Stadian-Generation des Mare-Basalts

Schwerkrafttrennung von zerstörten Kristallen:

Ursache chemischer Abweichungen im Mond-Basalt

Der Ursprung von Felspat-Flüssigkeiten auf dem Mond

Unterschiedliche Prozesse auf dem Mond: charakterisiert durch den Überfluß an Spuren-Elementen

Tieftemperaturen auf der Mond-Oberfläche:

Rückblick auf vergleichbare Forschungsergebnisse.

Mondgravitationsbestimmungen und die Folgerungen

Erguss-Schübe und Ströme der Mond-Lava

Eine Beurteilung der Ergebnisse von Mössbauer-Spektren an Mondproben.

Intensität und Ursprung des ehemaligen Mond-Magnetfeldes

Elektronen-Absorptionsspektren von Mond-Mineralien

IV. Meteoreinschläge auf dem Mond

Die Mitwirkung der großen Einschlag-Prozesse
auf die Mondkrusten-Entwicklung

Krater des Mondes

Das Mondgestein (Regolith): physikalische Charakteristika und Bewegungen

Bildung von Glaskugeln auf der Mondoberfläche

Chemische Veränderungen während der Einschlagphase auf der Mondoberfläche

Einige Aspekte der Entwicklung der Mond-Regolith-Zusammensetzung

V. Der heutige Mond: Wechselwirkung mit seiner Umgebung

Beschreibung der Erosion durch Einschläge und Sonnenwindeinwirkung auf der Mondoberfläche

Analyse von Spuren geladener Teilchen, Thermolumineszenz und Mikrokrateruntersuchungen an Mondproben

Die Wechselwirkung von Mondgestein und langwelliger Infrarot-Strahlung

Bewegungen auf der Mondoberfläche: Beweis und Ursachen

Anhäufung und Zirkulation von Radon zwischen dem Mondstaub

Die Anregungsfunktion von Ba (p,X) ^{M}Xe (M=124-136) im Energiebereich 38-600 MeV; Schätzung der Lagertiefe und wirkliches Bestrahlungsalter unter Verwendung von "cosmogenic" Xenon

Sonnenwind und mikrometrische Effekte im Mondgestein

Die Chemie von Kohlenstoff im Regolith

Verteilung und Ströme von Mikrometeoriten

Die Frage des ^{40}Ar - Überschusses im Mondstaub

Seltene Gase im Mondstaub

Polarisations- und Helligkeitsstudien an Mondproben

Der Grund und die Bedeutung der Lumineszenz im Mond-Plagioclas

Auswirkung von Schockeffekten (<63 kbar; $<6 \times 10^9$ Pa) auf den Magnetismus von Mondproben

Wasserstoff-, Sauerstoff- und Silizium-Isotopsysteme im Mond-Material

Das Verhältnis von Oberflächenchemie und Albedo von Mondstaub

Untersuchungen von Mikroproben und der Einfluß von Raum-Wetter-Effekten in Staub und Dunst außerhalb der Erde

Elektrische Eigenschaften von Planetenoberflächen

VI. Der heutige Mond: Seine inneren Prozesse

Mond-Seismologie, Struktur und Tektonik

Modelle der Mond-Viskosität

Struktur der oberen Mondkruste

Mondgestein Q im 3000-5000 Bereich im Laborexperiment

Die Beobachtung von flüchtigen Mondereignissen

Flüchtige Monderscheinungen, tiefe Mondbeben und hochfrequente seismische Ereignisse und mögliche Zusammenhänge

Das Restmagnetfeld des Mondes

Erklärung der Mond-Kraftfelder

Elektrische Leitfähigkeit und Temperaturen des Mondes

Massenzustands- und Wärmefluß-Modelle im Inneren des Mondes

Einige Auswirkungen des Sonnenwindes auf den Mond

VII. Kritische Fragen zum Mond

Mond-Schichtung

Ursprung und Entwicklung der Mondoberfläche

Die großen Fragen betreffend

Gibt es, durch die Untersuchungen, einen Beweis
für den Ursprung des Mondes?

Dynamische Argumente über die Schmelzvorgänge auf dem Mond

Der Mangel an siderophilen Elementen auf dem Mond

Mare-Basaltgestein und die Zusammensetzung des Mondinneren

Wieviel von der Geschichte des Sonnensystems ist im Monde festgehalten?

Die Spuren der Strahlung von Sonne und Galaxis im früheren Regolith
und die Folgerungen für die frühe Geschichte von Sonne und Mond

Langzeitveränderungen in der kosmischen Strahlung?

Beobachtungen an fossilen Spuren der kosmischen Strahlung in Mondproben.

Das V o r w o r t des Buches behandelt eine kurze Zusammenfassung der Forschungsergebnisse und der noch offenen Fragen zur Mondforschung:

Vorwort: Dieses Buch hat Aufzeichnungen zum Inhalt, die während eines Diskussions-Treffens der Royal Society vom 9. - 12. Juni 75 entstanden, das unter der Schirmherrschaft des British National Committee on Space Research (Raumforschung) durchgeführt wurde. Das Treffen wurde organisiert, um Forschungsergebnisse europäischer und Commonwealth-Forscher der Öffentlichkeit bekanntzugeben. Die Forschungsergebnisse wurden von Gelehrten und Assistenten vorgetragen, die persönlich an der Untersuchung der Mond-Gesteinsproben beteiligt waren, oder sie auch selbst durchführten. Bei den Proben handelte es sich sowohl um Apollo der USA als auch um Luna-Proben der UdSSR, die von den jeweiligen Akademien der Wissenschaften zur Verfügung gestellt wurden. Forscher aus USA und UdSSR waren eingeladen, wodurch das Treffen zu einer repräsentativen, dem neuesten Stand der Erkenntnisse entsprechenden Darstellung der Forschungsergebnisse wurde. Die Ausführungen zeigten, daß die moderne Technologie der Raumforschung unser Wissen über grundlegende Fragen des Mondes in den letzten 10 Jahren wesentlich erweitert hat. Das Treffen hat auch gezeigt, daß eine internationale Zusammenarbeit von Forschern äußerst fruchtbar sein kann.

Auch auf die Gefahr hin, daß möglicherweise die Mehrheit der Meinungen nicht den wahren Sachverhalt treffen, sollen hier die hauptsächlichen Forschungsergebnisse zusammengefaßt werden:

In der Vergangenheit wurde die Rolle der Meteoriteneinschläge bei der Formung der Mondoberfläche von vielen Geologen unterbewertet. Eine kleine Minderheit der Krater mögen vulkanischen Ursprungs sein, jedoch kann in einem speziellen Fall eine gültige Entscheidung, ob vulkanisch oder meteoritisch entstanden, nicht gefällt werden.

Krater aller Größen von Hunderten von Kilometern Durchmesser bis hin zu mikroskopischen sind durch Einschläge entstanden. Wir wissen jetzt, daß der Mond von einer dicken Gesteinsschicht (Regolith Terminologie nach Josiah Spurr: Helle Terragesteine= Rhyolith= Quarztrachyt= helles Eruptivgestein) bedeckt ist, in der dieses Bombardement aufgezeichnet wurde. Mikrometeoriten zerkleinerten und durchmischten das Gestein, das dauernd unter dem Einfluß von Materiepartikeln der Sonne und der Galaxis steht. Die Oberflächen der Gesteine sind mit Elementen des Sonnenwindes gesättigt, während das Innere Myriaden von Zerstörungsspuren aufweist, die durch kosmische Strahlung und harte Strahlung der Sonne verursacht wurden. Die großen Krater sind das Ergebnis von Einschlägen einer Größenordnung, die von der Erde her unbekannt ist. In der Tat ist es die überwältigende Vorherrschaft der Einschläge während langer Zeiträume, die es ermöglichten, mit relativ wenigen Landungen so viel über die chemischen Oberflächenbeschaffenheit des Mondes zu erfahren.

Wir wissen nun, daß sich die Chemie des Mondes durch die Geringfügigkeit von volatilen, chalcophilen und siderophilen Elementen (Abb. 1) grundlegend von der der Erde und der Meteoriten unterscheidet.

Volatile elements: H + Edelgase

Cu-Gruppe ohne Au

Zn-Gruppe

B - Gruppe

C - Gruppe ohne Si

N - Gruppe

Chalcophile elements: O - Gruppe außer O

Siderophile elements: Mo

Mn-Gruppe außer Mn

Fe-Gruppe

leichte Pt-Gruppe (Ru = Ruthenium

Rh = Rhodium

Pd = Palladium

schwere Pt-Gruppe (Os = Osmium

Ir = Iridium

Pt = Platin)

Au

Diese Feststellung sagt ganz klar Grundsätzliches über den Ursprung des Mondes aus. Klassische Beobachtungen ließen den Mond als sehr "Ursprünglich" erscheinen, und die Raumfahrt hat durch bemerkenswert vollständige Datenreihen die frühen großen Ereignisse in der Mondgeschichte verständlicher gemacht. Geologen haben die Natur der dunklen Mareoberflächen geklärt. Sie bestehen aus Lava aus dem Mondinneren, wurden jedoch durch unvollständiges Aufschmelzen in einem geschlossenen System geformt - anders als irdische Lava -, und dieser Vorgang ist immer noch unklar. Die Gebirge bestehen aus aluminiumreicher^{rem} Material als das Innere des Mondes. Ein umfassendes frühes Aufschmelzen des Mondes fand zum größten Teil statt, jedoch sind die genauen Abläufe, besonders der Grund für die Hitze, völlig unbekannt. (Zeitskala der Abläufe in Abb. 2).

Die Physik des Mondes hat große Überraschungen gebracht in Bezug auf Magnetismus, Massenkonzentrationen und Mondbeben. Die Gravitationsanomalien über den runden Maria zeigen, daß die Mondkruste starrer und dicker ist als die der Erde. Die runden Maria sind bewiesenermaßen Einschlagbecken, die mit Lava gefüllt sind, welche aus größeren Tiefen stammt, als es für das isostatische Gleichgewicht erforderlich wäre.

Der Mond besitzt heute kein Magnetfeld. Der Restmagnetismus der mitgebrachten Gesteinsproben beweist, daß in früherer Zeit eines vorhanden gewesen sein muß. Ein eisenreicher Mondkern, der in der Vergangenheit einen Dynamoeffekt hätte erzeugen können, steht zur Debatte.

Die Mondbeben sind um viele Größenordnungen geringer als Erdbeben, und sicherlich haben sie ihren Ursprung nicht durch tektonische Plattenverschiebungen. Trotzdem geben sie uns einen Hinweis, daß das Mondinnere nicht völlig tot ist. Daher hat die Erforschung von endogenen Ereignissen, wie Gasausbrüche, Vulkanismus und Wärmeflüsse im Inneren des Mondes höchste Priorität.

Es ist ganz klar, daß der Mond ein viel interessanteres Objekt ist, als es vor 10 Jahren erschien, als die Royal Society ein Mond-Treffen organisierte. Die Prozesse auf seiner Oberfläche und in seinem Inneren stehen in einem faszinierenden Kontrast zu denen auf der Erde. Auf jeden Fall scheint der Mond ein wertvoller Bewahrer der Geschichte des Sonnensystems zu sein, die weitere Aufklärung erfordert.

Der Ursprung des Mondes ist ein Rätsel, dies scheint bemerkenswert in Anbetracht der großen Erweiterung unseres Wissens über frühe Ereignisse und die Entwicklung in den ersten Milliarden Jahren, von denen wir über die Erde kein vergleichbares Wissen besitzen. Die derzeitige Fluchttrate des Mondes von der Erde, die durch die Gezeitenwirkung erzeugt wird, hat sich in den letzten 500 Millionen Jahren nicht wesentlich verändert. Die Theorie, daß der Mond in früherer Zeit der Erde sehr nahe stand, ist nach wie vor attraktiv, geschichtlich schon wegen G.H. DARWIN's Abspaltungstheorie. Jedoch ist die Mechanik eines solchen Vorganges unklar, besonders wegen des erforderlichen Drehmoments. Außerdem stehen chemische Unterschiede zwischen Erde und Mond dieser Theorie entgegen.

Die Alternative der Einfangstheorie wäre ein außerordentlich unwahrscheinliches Ereignis. Eine derartige Theorie könnte für alle Satelliten von Planeten nur vorstellbar sein, wenn sich der Vorgang in einer gasigen Nebelmaterie abgespielt hat.

Die dritte Theorie besagt, daß der Mond aus Material kondensierte, das sich in der Nachbarschaft der Erde während oder nach ihrer Zusammenballung um sie bewegte. (Abb.3). Aber auch hier ist die chemische Verschiedenheit, besonders der Überschuß an Eisen nicht erklärbar. Somit ist der Ursprung des Mondes nach wie vor Gegenstand von Spekulationen, ein sicheres Zeichen dafür, daß uns Schlüsselinformationen noch fehlen.

Den Schluß des Vorwortes bildet eine Danksagung an die Royal Society für die Organisation des Treffens und die Veröffentlichungen - unterzeichnet von G.M. BROWN, G. EGLINTON, S.K. RUNCORN, H.C. UREY.

Herr Voigt empfiehlt, jeweils ein Thema aus dem beschriebenen Buch in weiteren Abenden der Mondgruppe zu besprechen, da jedes der Referate für einen eigenen Vortrag geeignet wäre."

Die Sitzung endet um 21.25 Uhr

gez. H ä n i g

gez. L u k a s

gez. V o i g t

Die nächste Sitzung der GRUPPE BERLINER MONDBEOBACHTER findet

am Montag, d. 12. Dezember 1977, um 20 Uhr

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

1 Anlage!

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

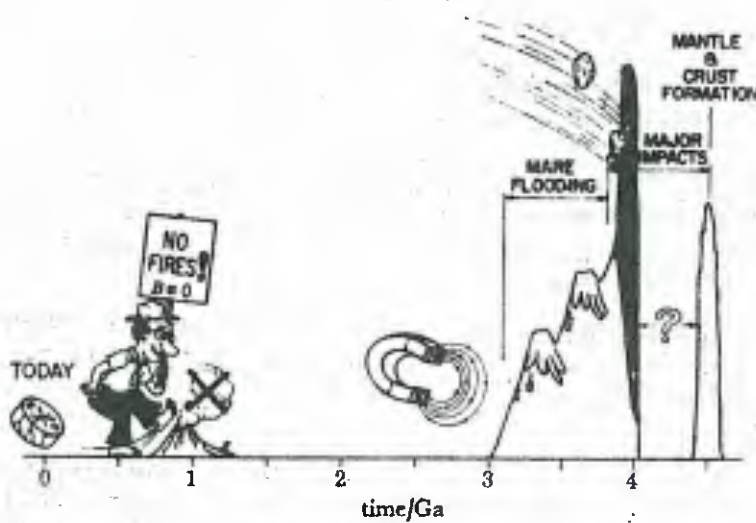
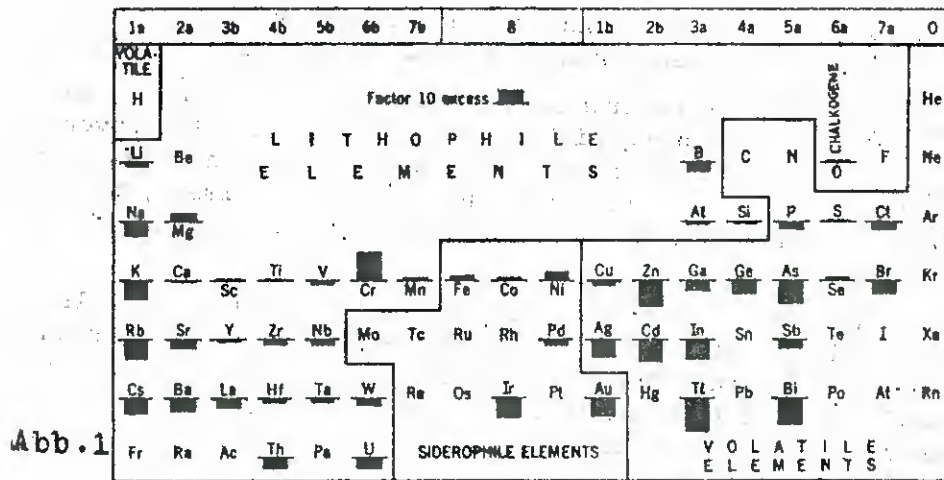


Abb. 2 Cartoon showing the chronology of major lunar events as presently known or surmised.

