

# 25 Jahre Mondlandung : ein Rückblick aus der Sicht des Mondbeobachters

Autor(en): **Alean, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **52 (1994)**

Heft 263

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-898793>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



# 25 Jahre Mondlandung

## Ein Rückblick aus der Sicht des Mondbeobachters

J. ALEAN

16. Juli 1969: Eine Saturn V-Rakete erhebt sich von Cape Canaveral gegen den Himmel von Florida. In der Apollo 11-Raumkapsel werden die Astronauten Neil Armstrong, Edwin Aldrin und Michael Collins durch die Beschleunigungen in ihren Sitzen platgedrückt. Zum dritten Mal sind Menschen auf dem Weg zum Mond, und zum erstenmal sollen sie dort landen. In einer hektischen Folge von Raumflügen befinden sich die Vereinigten Staaten auf der Zielgeraden im Wettlauf zum Mond. Die Apollo 8 Astronauten Borman, Lovell und Anders haben ihn zu Weihnachten 1968 umkreist, und im Mai 1969 ist das Lunar Module (LM), das Landefahrzeug im Mondorbit, erfolgreich getestet worden [1].

### 20. und 21. Juli 1969

Am 20. Juli lassen Armstrong und Aldrin ihren Kollegen Collins zurück im Apollo Command Module, feuern einen kurzen Bremsstoss und fallen der Mondoberfläche entgegen. Die Landung erfolgt noch am 20. Juli amerikanischer, aber bereits am 21. Juli mitteleuropäischer Zeit.

Allerdings verläuft sie keineswegs reibungslos. Während des Abstieges warnt der Bordcomputer des LM vor einer drohenden Überlastung (seine Leistung entspricht etwa der eines heutigen programmierbaren Taschenrechners). Armstrong als LM-Pilot lässt sich jedoch nicht beirren und übernimmt die Handsteuerung. Dies gelingt dem alten Routinier, der schon alle möglichen Weltraum- und Aeronautik-Abenteuer mit heiler Haut überstanden hat, zunächst bestens.

Allerdings wird er dadurch abgelenkt und realisiert erst spät, dass das LM über dem Mare Tranquillitatis auf ein Gebiet zufliegt, das nicht wie vorgesehen monoton und flach, sondern von mächtigen Felsblöcken übersät und für eine Landung des spinnenbeinigen LM völlig ungeeignet ist.

Die Dramatik der Situation lässt sich ein Vierteljahrhundert später dank Videoaufzeichnungen mitverfolgen [2]. Immer wieder ruft Aldrin «forward, forward», während Armstrong sanfteres Terrain sucht. Dann zählt Aldrin die Sekunden herunter, für die in der Landestufe noch Treibstoff vorhanden ist. Tatsächlich kommt die flache Stelle ins Bild, der Schub des Haupttriebwerkes fegt Mondstaub zur Seite, der Schatten des LM als wichtige Orientierungshilfe kommt ins Bild, der Fühler unter einem Lande Bein meldet Kontakt, die Rakete wird gedrosselt und – die Meldung erreicht uns mit Lichtgeschwindigkeit und 1.2 Sekunden Verzögerung – «Houston: the Eagle has landed». Wie unzählige Europäer verbrachte ich damals eine schlaflose Nacht. Noch Stunden dauerte es bis zum ersten, von einer schwarz-weissen Videokamera übertragenen Schritt eines Menschen auf dem Mond: «It's a small step for a man, it's giant leap for mankind».

Wie bedeutungsvoll war der Schritt aus der Sicht von 1994?

1969 kannte ich den Mond aus dem Blick durch den Feldstecher. Das genügte, um die grösseren Karter und die Vorstellungskraft des jugendlichen Astronomiebegeisterten mächtig zu beflügeln. Ein grösseres Fernrohr musste her, um genauer zu sehen, wo sich die wagemutigen Männer im Mond befanden.

### Mondspaziergänge

Geschenkt bekam ich sodann einen Grossfeldstecher, der den Erdtrabanten auf einen Dreissigstel des normalen Abstandes «heranrückte». Das Gerät schmückte die Mondbilder allerdings mit farbefrohen Auswirkungen massiver chromatischer Aberration, und das linke Rohr litt zudem unter erheblichem Astigmatismus. Immerhin man sah bereits dreissig im Quadrat mal mehr als von blossen Auge!

Nun wurde ich von dem gepackt, was Amerikaner «aperture fever» nennen – ein «richtiges», und vor allem grosses Fernrohr musste her. Glücklicherweise kam ich zur richtigen Zeit mit den richtigen Leuten in Kontakt. Zunächst riet mir ein Bekannter, seines Zeichens Optiker bei Wild in Heerbrugg, von Spiegeloptiken ab, die kleiner waren als 6 Zoll. Also betätigte ich mich ferienhalber als Briefträger und investierte den Verdienst in ein Popp'sches Maksutow-Teleskop dieser Oeffnung. Für eine ordentliche Montierung reichte es noch nicht, und das für meine Augen wunderschöne Instrument landete in einer selbstgebastelten Holzkisten-Montierung, die eine zwar nur azimutale, aber immerhin stabile Aufstellung ermöglichte. Jetzt konnte es richtig losgehen.

Die erste Nacht hinter meinem Maksutow werde ich nie vergessen. Alles stimmte: Die Luft war ruhig, der Mond im ersten Viertel. Sonnenaufgang über Ptolomäus, Alphonsus: auf diese Krater fiel mein Blick zuerst, und bis heute sind sie liebe Bekannte geblieben.

Bereits wurde die Mondkarte nötig, um all die gestochenen scharfen Landschaftsmerkmale zu identifizieren und die exakten Landstellen der LMs zu lokalisieren. Hier war tatsächlich nicht mehr bloss ein Himmelskörper, sondern eine ganze Welt im Blickfeld. Zudem waren dort Menschen unterwegs und hatten (nebenbei bemerkt, für Millionen Jahre) ihre Spuren hinterlassen.

Die Faszination des Mit-Erlebens erfasste damals eine ganze Generation und trug zweifellos zu einer rasanten Populärisierung der bis anhin doch etwas weltfremden Astronomie bei. Auch meine weniger astronomiebegeisterten Schulkollegen stritten sich um Sinn oder Unsinn der bemannten Raumfahrt. Aber – gleich wie man sich zu dieser Frage stellte – der Mond war allgegenwärtig. Und die Technik, die einerseits in Form von Raketen oder andererseits in Form von Fernrohren Zugang zu ihm verschaffte, faszinierte jedermann.

In gleichen Moment am Okular Mondspaziergänge zu unternehmen, wie die Astronauten es im wörtlichen Sinn taten, war ein grosses Abenteuer. Dass man auch bei bestem Seeing ein hundertmal zu kleines Auflösungsvermögen hatte, um auch nur die Landefähre sehen zu können, tat dem Spass keinen Abbruch.

### 1971

Wer auf Reisen geht, will Eindrücke festhalten. Eine weitere glückliche Begegnung führte mich im vorarlbergischen Feldkirch zu Eugen Steck, einem Meister der Sonnenfleckenzeich-

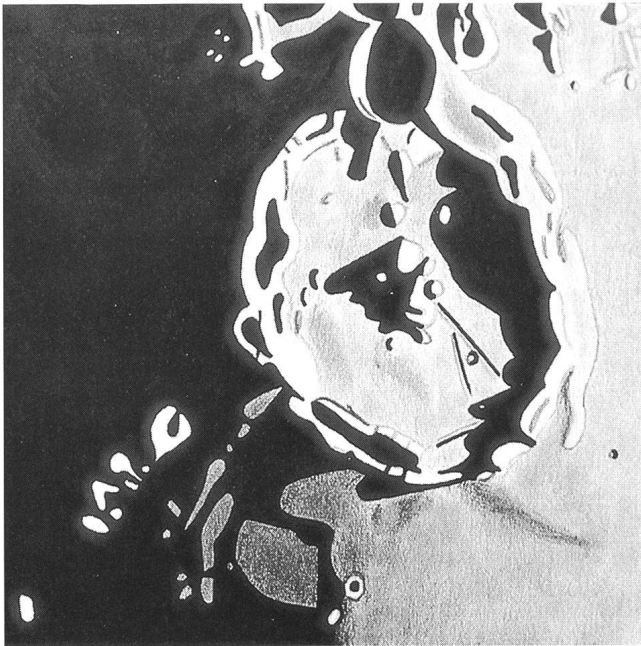


Bild 1a.



Bild 1b.

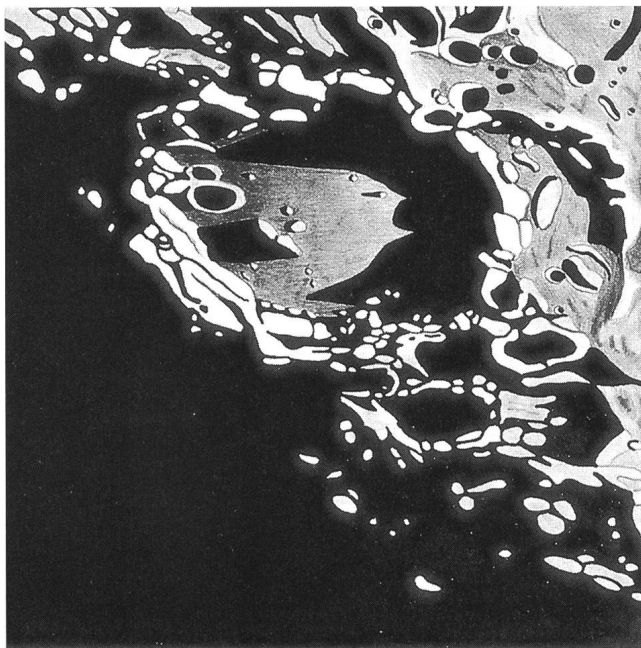


Bild 1c.

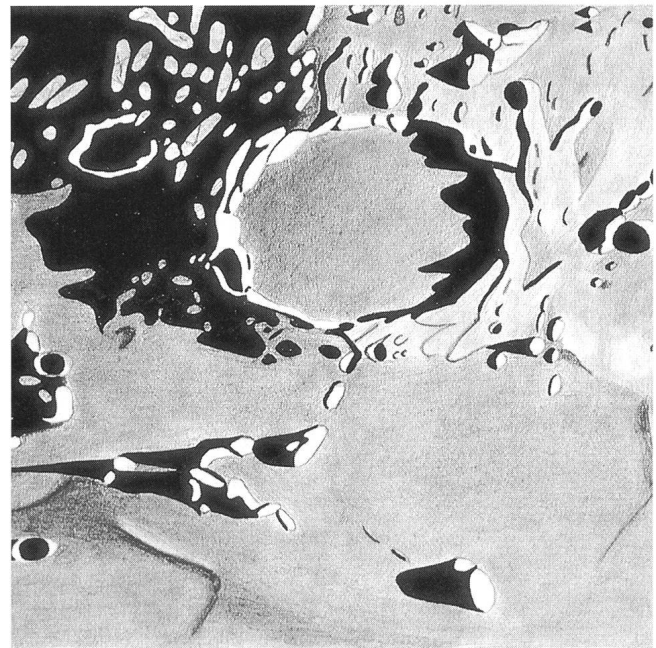


Bild 1d.

Diese Mondzeichnungen entstanden mit einem 15cm-Maksutow-Teleskop in den Jahren 1971 und 72. Sie zeigen Einschlagskrater in verschiedenen Stadien des Zerfalls:

1a. Der Boden des Kraters Gassendi weist Rillen auf, er wurde also einmal von Lava überflutet, in der sich Schwundrisse bildeten.

1b. Sonnenaufgang über dem gut erhaltenen Krater Theophilus (Mitte, mit deutlichen Terrassen, rund 4000m tief) und dem älteren, stark erodierten Krater Cyrillus (links unten, noch weitgehend im Schatten).

1c. Der Wall des Kraters Longomontanus ist bereits von mehreren jüngeren, kleineren Kratern zerschlagen. Er selber deckt einen noch älteren Krater ähnlicher Grösse fast völlig zu. Nur rechts ragt noch ein Stück seines «Vorgängers» hervor.

1d. Auf dem von Lava überfluteten Boden von Plato kommen die Schlagschatten seines Walles kurz nach Sonnenaufgang besonders gut zur Geltung. Bei ganz ruhiger Luft sind im Innern Platos einige winzige Kraterchen zu erkennen.





Bild 2a ▲



Bild 2b ▲



Bild 2c ▲



Bild 2d ▲

Auch der Mond hat gelegentlich ein recht farbiges Erscheinungsbild. Um es festzuhalten reichen auch kurze Brennweiten aus. Dennoch muss bei längeren Belichtungen (wie z.B. für das Erdlicht) die Nachführung sehr genau laufen.

2a. Das Erdlicht am 24. Februar 1993, 19h30 MEZ: 60 Sekunden belichtet auf Kodachrome 64, 800mm, f4. Ob die Andeutung von blauer Farbe echt und auf die Beleuchtung der blauen Erde am Mondhimmel zurückzuführen ist?

2b. Der Ostervollmond von 1994 ging am 27. März tiefrot am Osthorizont auf. Dank sehr transparenter Luft war er schon tief genug sichtbar, so

dass die Abplattung durch die differentielle atmosphärische Refraktion spektakulär in Erscheinung tritt. 600mm, f8, Kodachrome 25.

2c. Ein höher stehender Vollmond (16.8.1989) ist nicht mehr deformiert wie derjenige von Bild 2b. Durch Umkopieren des Kodachrome 64-Originals auf Kodachrome 25 wurde der Kontrast zusätzlich verstärkt, damit die Albedomerkmale der Maria und Strahlenkrater besser hervortreten.

2d. Dieses prächtige Mondhalo bemerkte ich im Februar 1987, weil ich eigentlich ein Minimum des Bedeckungsveränderlichen Algol (rechts oben ebenfalls im Bild!) beobachten wollte.





nung und Mond-Malerei [3]. Geduldig versuchte er mir beizubringen, wie man mit dem Zeichenstift die Mondlandschaften auf dem Papier festhalten kann.

Selbstverständlich erreichte ich nie die Ausdruckskraft des erfahrenen Malers, doch hatte ich einen grossen Vorteil auf meiner Seite, nämlich die präzise und für die damaligen Verhältnisse grosse Optik des Maksutow. Sie zeigte eine derart überwältigende Detailfülle, dass ich lernen musste, innert nützlicher Frist (was allerdings durchaus drei Stunden heissen konnte) ein paar Krater und Rillen mehr oder weniger wirklichkeitstreu auf das Papier zu bannen.

Ich realisierte, dass das Auge hervorragend integrieren kann: eine feine Rille war vielleicht nur 5 Prozent der Zeit zu sehen, meist ging sie im «Rauschen» der Luftunruhe unter. 5% einer Stunde sind aber mehrere Minuten – mehr als genug, um beispielsweise das «schwierige» Netzwerk der Triesnecker-Rillen auf dem Zeichenblatt festzuhalten.

Im Freien verwendete ich ausschliesslich Bleistift. Später erfolgten Reinzeichnungen mit Bleistift, Wischer für Graufächen und Tusche für die rabenschwarzen Schatten. Die Techniken des genauen und hartnäckigen Beobachtens verlernt man, einmal so erlernt, nie mehr und weiss sie bei durchaus nicht-astronomischen Tätigkeiten sehr zu schätzen.

Zudem zeigt ein Sechszoll-Teleskop am Mond eigentlich bereits alles, was von der Erde aus zu erkennen ist. Seine Optik hat mit rund einer Bogensekunde ein derart grosses Auflösungsvermögen, dass der begrenzende Faktor oft die Luftunruhe, und nicht das Teleskop selbst ist. Grössere Teleskope machen das Bild zwar heller (gerade bei der Mondfotografie kein zu unterschätzender Vorteil), aber nicht allzu viel schärfer.

Inzwischen ging es auf dem Mond hoch zu und her. Nach der Beinahe-Katstrophe von Apollo 13 und der ersten Hochland-Mission ins Fra Mauro-Gebiet (Apollo 14) landeten David Scott und James Irvin (Apollo 15) in der besonders reizvollen Landschaft am Fuss der Mond-Apeninen.

Ihr LM stand etwas mehr als ein Kilometer neben der Hadley-Rille. Rillen sind längst meine Lieblings-Formen auf dem Mond. In guter amerikanischer Manier brachten die Apollo 15-Astronauten diesmal auch ein Auto mit und – was für uns Daheimgebliebene das Beste war – eine Farbfernsehkamera. Diese wurde auf dem «Lunar Rover» montiert und konnte durch einen Techniker von der Erde aus gesteuert werden.

So bekam man all die prächtigen Dinge zu sehen, welche die Astronauten in helle Begeisterung versetzen: Als «out of this world!», beschrieben sie im übertragenen und gleichzeitig wörtlichen Sinn, was sie zu sehen bekamen: die Rille, den Mount Hadley und sein Nachbar Hadley Delta. Das waren nun wirklich Prachtsberge, die Tausende von Metern über dem Mare Imbrium aufragen, und die einen der beiden Astronauten zum Kommentar veranlasste «I can't believe that we came over those mountains» (Ich kann kaum glauben, dass wir über diese Berge [angeflogen] gekommen sind).

Trotzdem: die Hänge waren eigentlich erstaunlich flach, wenn man sie mit dem durch Schlagschatten plastisch herausmodellierten Mondrelief verglich, das man im Fernrohr in der Nähe des Terminators zu sehen bekommt. Erstmals realisierte ich, wie stark die lunare Topographie bei tiefem Sonnenstand übertrieben steil und zurklüftet aussieht. So sind denn die meisten Mondkrater keine tiefen Löcher, sondern ungemein flache Wannen. Manche sind so viel breiter als tief, dass man von ihrem Zentrum aus infolge der Oberflächenkrümmung den Kraterwall gar nicht sehen könnte.

Also liess ich am Teleskop hin und wieder den Terminator links liegen und gewann am Mondrand einen besseren Eindruck von der Steil- oder Flachheit des Reliefs. Besonders angetan haben es mir seither auch die Beleuchtungsverhältnisse ganz kurz vor oder nach Vollmond, wenn man am Terminator Rückenlicht hat und das Relief in seinen richtigen Proportionen erscheint.

### Fotografie

Zeichenstift hin oder her – mit der Zeit gelüstete es mich nach fotografischer Beobachtung. Dazu bedurfte es nicht nur einer Spiegelreflexkamera, sondern auch einer parallaxtischen Montierung samt Nachführung. Einmal mehr führte der Umweg über postalische Zustelldienste zur Finanzierung der gewünschten Ausrüstung.

Meine allerersten fotografischen Versuche unternahm ich gleich am Mond. Familienbilder und (terrestrische) Landschaftsaufnahmen folgten später. Die Jagd war frei auf die wenigen Sekunden wirklich ruhiger Luft, denn: Während sich das Auge auf die kurzen Momente guter Luftruhe konzentriert, fehlt natürlich der Kamera dieser «Instinkt». Beharrliches Fortwerfen unscharfer Bilder führte schliesslich zu einer Sammlung von Aufnahmen auf die ich auch heute noch stolz bin. Auch 25 Jahre später interessieren mich Mondaufnahmen eigentlich nur dann, wenn sie ganz nahe an der maximal möglichen Schärfe liegen.

Der Wechsel auf verschiedene andere Fernrohr-Konfigurationen lehrte mich die Bedeutung von Brennweite, Öffnungsverhältnis oder Blende und die unterschiedlichen Kompromisse von Filmpflichtigkeit und Korn. Inzwischen bin ich überzeugt, dass es kaum eine interessantere Einführung in die Grundlagen der Optik gibt als über den Weg der Astrofotografie.

Inzwischen steht mir für meine persönlichen Mondspaziergänge das prächtige 50cm-Teleskop der Schul- und Volkssternwarte Bülach zur Verfügung. Die gewaltige Lichtstärke gestattet es, die Brennweite bis auf über 20 Meter zu steigern, ohne dass am dunklen Mondterminator die Belichtungszeiten über eine halbe Sekunde anwachsen (bei Filmempfindlichkeiten um etwa 64 ASA).

Die stabile Montierung macht zudem möglich, was auf leichten Instrumenten ein kapitaler Fehler wäre, nämlich das direkte Abdrücken mit dem Drahtauslöser. Bei kleinen Teleskopen bedarf es des guten alten Hut-Tricks, damit der Verschluss das Fernrohr nicht zum Wackeln bringt (Auslösen mit «B» bei vorgehaltenem Hut, Vibrationen ausklingen lassen, dann berührungsfrei und nach persönlichem Zeitgefühl exponieren).

Am Bülacher Teleskop darf man aber ungestraft direkt auslösen. Das hat den unschätzbaren Vorteil, dass man am Sucher den Moment grösstmöglicher Luft-Ruhe abwartet und dann mit der hoffentlich spätabends noch vorhandenen Geistesgegenwart auf den Knopf drückt. Meistens ist man zu spät, aber hin und wieder gelingt es: Ein Bild, auf dem praktisch nichts flach aussieht. Das ist meine persönliche Definition scharfer Mondbilder: Auch Mariaböden und lavaüberschwemmte Kraterböden müssen noch unzählige, winzige Miniaturkrater aufweisen, ansonsten gehört das Bild in den Ausschuss.

Nebenbei bemerkt, und weil es nur allzu leicht vergessen wird: Mondaufnahmen mit einem Dutzend und mehr Metern Brennweite und mehreren Zehntelsekunden Belichtungszeit bedürfen einer Nachführgeschwindigkeit, die auf den Lauf des Mondes abgestimmt sind. Eine siderische Rate ist bei diesem Bildmasstab völlig unzureichend.

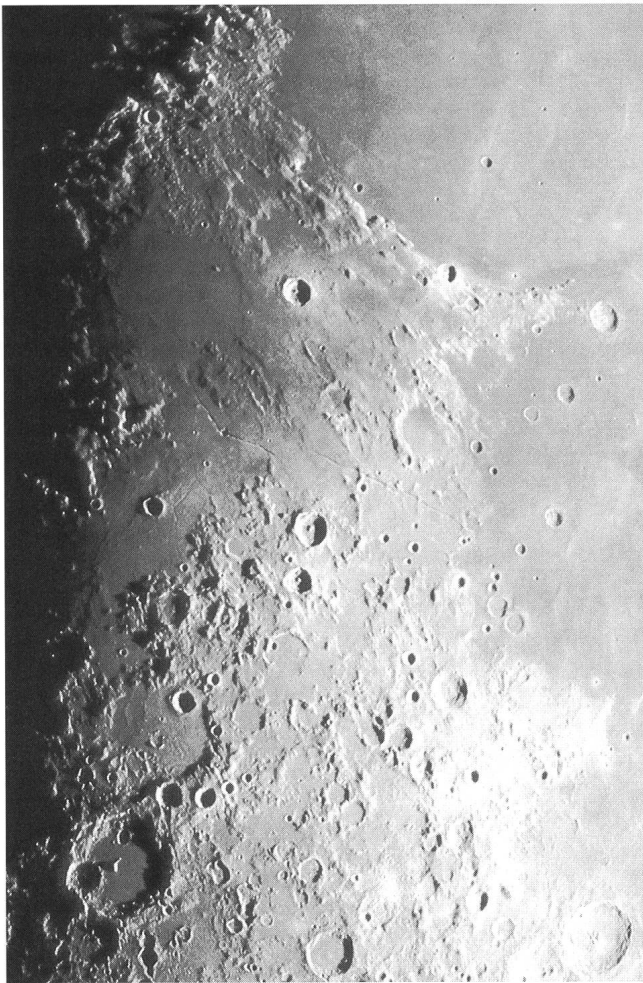


Bild 3a

3a. Diese Aufnahme vom 21.2.1991 (Sternwarte Bülach, 10m, f20, 0.5 sek. auf Kodachrome 64) zeigt das ganze Spektrum lunarer Landschaftsformen: Maria, Krater, Rillen, Hochländer sowie die Landestellen von zwei Surveyor-Sonden und von Apollo 11 und 16 (vergleiche Bild 3b).

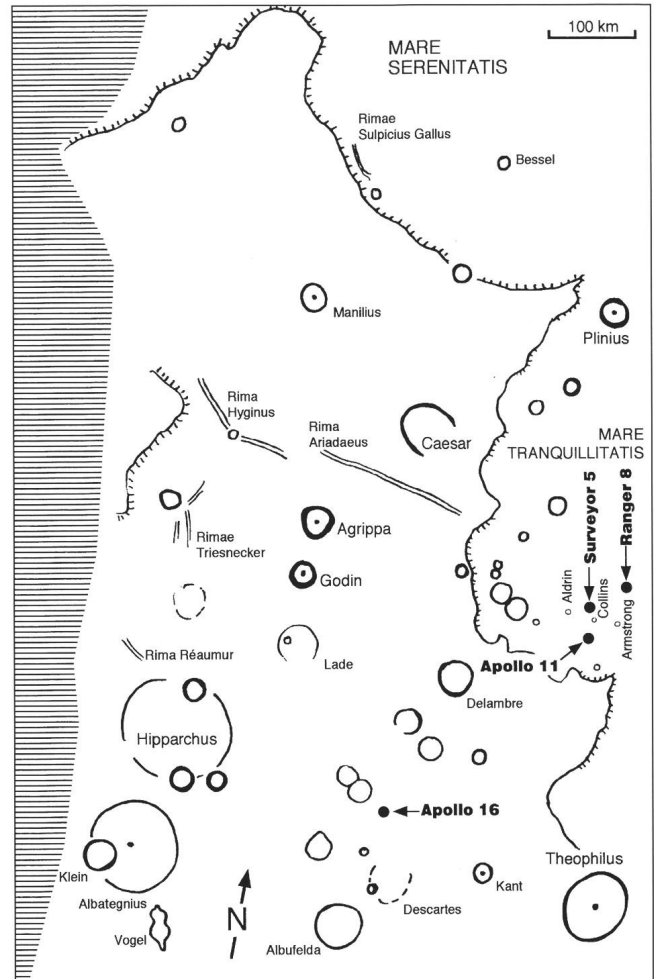


Bild 3b

3b. Lageskizze zu Bild 3a: wichtigere Formationen und Landestellen. Die Krater Armstrong, Aldrin und Collins haben Durchmesser zwischen 2 und 4 Kilometer und sind auf der Originalaufnahme noch erkennbar, in der Reproduktion könnten sie eventuell verschwinden.

Spas machen aber nicht nur «traditionelle» Monaufnahmen, sondern auch «kuriöse», z.B. einer «verkehrt» aufgehenden Mondsichel (ein partiell verfinsteter Mond), ein von der atmosphärischen Refraktion zerquetschter Mond (was im Gegensatz zur Sonne seltener zu sehen ist, da die atmosphärische Absorption dem lichtschwächeren Mond stärker zusetzt als der Sonne) oder der Mond in Konstellation mit allen möglichen anderen Himmelskörpern. Gerne erinnern mag ich mich an eine Saturnbedeckung, bei der ich zu meiner Überraschung feststellte, dass der Mond trotz seiner geringen Albedo flächenheller ist als der Ringplanet (die Lösung des Rätsels findet der Leser bestimmt selber).

#### 1994

Seit im Juli 1972 die Astronauten E. Cernan und H. Schmitt (der einzige Berufsgeologe auf dem Mond) ihre Siebensachen packten, wie ihre Vorgänger einen Berg Abfall hinterliessen und erdwärts starteten, ist niemand mehr dort gewesen. Schade, denn die Aufregung, hinaufzuschauen, wenn eben

jemand «oben» ist, ist bisher ausgeblieben. Wissenschaftlich lassen sich bemannte Kurzvisiten im Stil von Apollo natürlich kaum rechtfertigen. Zwar wissen wir heute über die geologische Entwicklung des Mondes recht genau Bescheid. Die unbemannten russischen Mondautos und Proben-Rückholflüge und die amerikanischen Mars-Orbiter und -Lander beweisen aber, dass man durchaus ferngesteuert geologische Prospektion betreiben kann.

Die unbemannte Erforschung der Planeten hat zweifellos ein weitaus besseres Kosten-Nutzen Verhältnis als es bemannte Missionen je haben könnten, aber die Fantasie beflügelt die dort anwesenden Menschen. Das öffentliche Interesse zum Beispiel an kosmischen Reparaturmissionen beweisen es. Ob es in den nächsten 25 Jahren zu weiteren bemannten (oder gar «befrauten») Mond- oder gar Marsflügen kommen wird? Vielleicht werden wir dann andere Sorgen haben... Meines Erachtens war aber ein ganz wesentlicher Ertrag des Apollo-Programmes die breite Popularisierung der Astronomie.

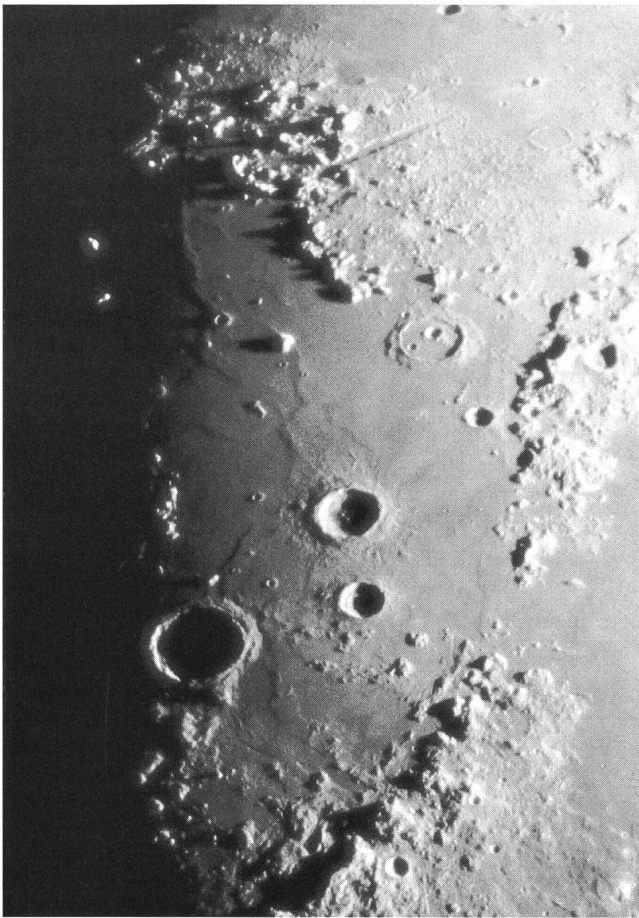


Bild 4a

4a. Im Gegensatz zu Bild 3a entstand diese Aufnahme mit 15 Metern Brennweite. Bei diesem Bildmassstab ermöglicht nur ganz aussergewöhnlich ruhige Luft noch scharfe Aufnahmen. Neben der Landestelle von Apollo 15 (vergleiche Bild 4b) sind Abschnitte der Hadleyrille erkennbar!

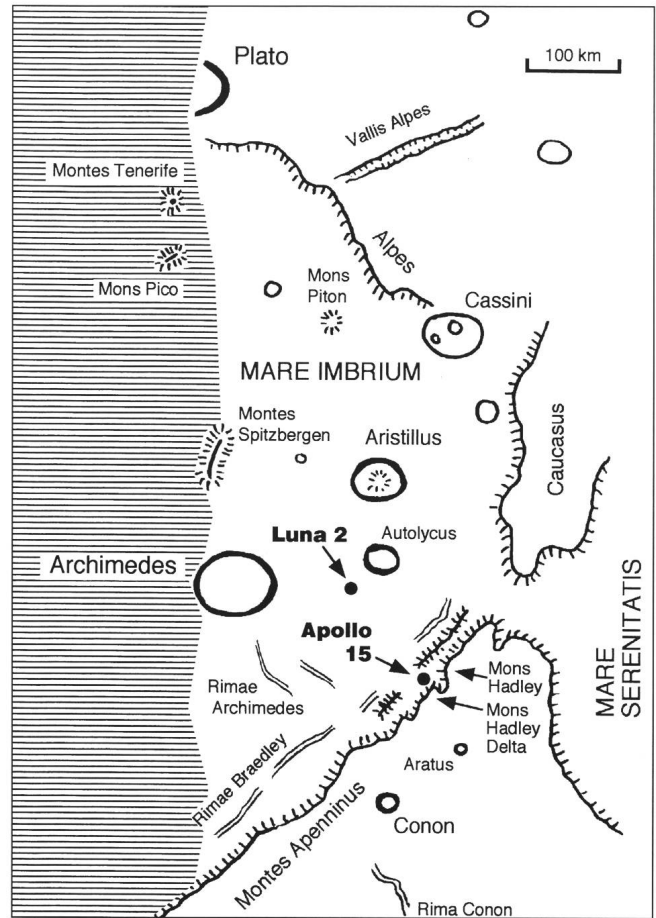


Bild 4b

4b. Lageskizze zur Landestelle von Apollo 15. Auch die russische Sonde Luna 2 ging im Dezember 1959 als erster von Menschenhand geschaffener Flugkörper in diesem Teil des Mare Imbrium nieder.

Bild 5a

5a. Nur ein Tag vor Vollmond erkennt man am Terminator recht gut das wahre Relief der Mondgebirge. Am rechten Bildrand befindet sich der Mondspol mit dem Leibnitzgebirge. Möglicherweise gibt es dort in Kraterböden Eis, weil manche Stellen nie von Sonnenstrahlen erreicht werden. In der Mitte unten erkennt man den alten Riesenkrater Bailly. Sein Durchmesser beträgt etwas mehr als 300km! Merkwürdigerweise ist das Innere des Kraters Wargentin (vergleiche Bild 4b) randvoll mit Lava aufgefüllt.

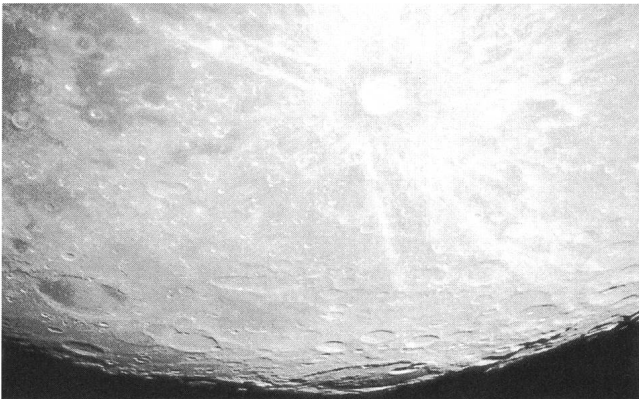
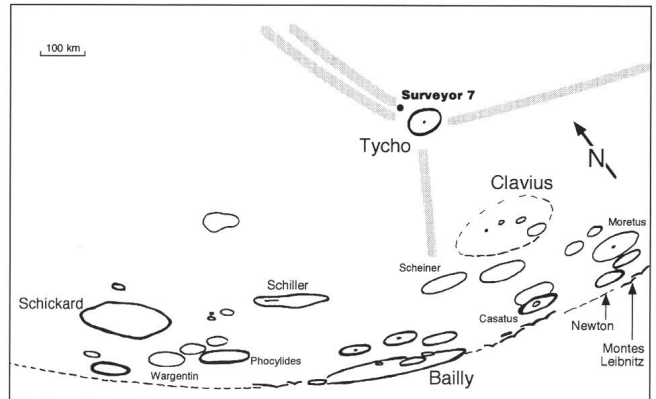


Bild 5b

5b. Lageskizze zur Region Bailly-Tycho. Die bei Tycho weich gelandete Sonde Surveyor 7 lieferte noch vor den bemannten Landungen spektakuläre Panoramaaufnahmen einer Mondhochland-Region.







Auch gingen von ihm beträchtliche Impulse auf die Raumsonden-Programme aus, die mit Voyager I und II, Magellan und Galileo spektakuläre Höhepunkte erreichte.

Inzwischen ist in Bülach schon heute die Zukunft angebrochen. Wir machen erste Schritte im Reich der CCD-Astronomie und hoffen, bald wie die ganz Grossen dank Bildverarbeitung sowohl der Luftunruhe als auch dem Fremdlicht mehr als nur ein Schnippchen schlagen zu können.

Und während ich an die ein Vierteljahrhundert zurückliegenden, bemannten Mondfahrten denke, umkreist die Miniatursonde Clementine unseren Trabanten und fotografiert ihn mit einer Kamera, deren eigentliche Aufgabe das Aufspüren nuklearer Interkontinentalraketen ist. Über internationale Computernetzwerke kann man die ersten Bilder «herunterladen», die viel versprechen. Eben werden auch Gerüchte laut, die Sonde habe am Mond-Südpol Eis entdeckt. Sollte dem wirklich so sein, dann würden zukünftige bemannte Landungen vielleicht dort erfolgen, denn ein bedeutendes Vorkommen

von Eis würde die Versorgung einer permanenten Mondbasis wohl ganz erheblich vereinfachen. Also steht der südpolare Krater Newton auf der Agenda für den nächsten Sternwarten-Mondspaziergang!

#### Literatur

[1] G. Heiken, D. Vaniman und B. French Ed. (1991): *Lunar Sourcebook – A User's Guide to the Moon*, Cambridge University Press, Cambridge, England.

[2] Finley-Holiday Film Corp.: *Out of this world – The Apollo Moon Landings*, P.O. Box 619, Whittier, CA 90608, USA

[3] E. Steck: *Mond- und Sonnenzeichnungen*, ORION 180, S. 152-153.

[4] A. Rückl (1990): *Atlas of the Moon*, Hamlyn, London.

Adresse des Verfassers:

JÜRGEN ALEAN

Rheinstrasse 6, 8193 Eglisau

## Mond wird kartographiert

### Clementine 1 Leichtkameras liefern Erste Bilder

MEN J. SCHMIDT

Nachdem die amerikanische Raumsonde Clementine 1 am 25. Januar 1994 mit einer Trägerrakete des Typs Titan-2 von Vandenberg (Kalifornien) aus um 8:34 Uhr Ortszeit erfolgreich gestartet worden ist, hat sie den Mond am 20. Februar erreicht. Zu den Aufgaben der Sonde gehört die Erforschung des Erdtrabanten und des Planetoiden Geographos. Vor allem soll die Mission den Einsatz von neuen Technologien erproben. Clementine 1 wurde vom US Naval Research Laboratory entwickelt. Die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA ist an der Mission insofern beteiligt, indem sie die grossen Empfangsantennen des Deep Space Network für Kommunikation und Datenempfang zur Verfügung stellt.

Seit 21 Jahren ist Clementine 1 der erste amerikanische Raumflugkörper der zur Erforschung des Mondes gestartet wird. Ausserdem soll die Sonde am 31. August 1994 in nur etwa 100 Kilometern Distanz am Kleinplaneten Geographos vorbeifliegen und diesen bislang noch völlig unerforschten Himmelskörper aus der Nähe erkunden.

Die Sonde Clementine 1 wurde in eine 395 x 2'959 km hohe polare Mondumlaufbahn gebracht und liefert seither mit vier verschiedenen Leichtbaukameras Bilder mit unterschiedlicher Auflösung zur Erde. Bis Ende April soll der gesamte Mond mit den Multispektralkameras aufgenommen werden. Die Wissenschaftler erhoffen sich von den jetzt aufgenommenen Bilddaten neue Erkenntnisse über die Zusammensetzung des Mondbodens (Minerale).

#### Erprobung neuer Technologien

Das Hauptziel der Mission stellt aber nicht die Erforschung des Mondes und des Planetoiden dar, sondern ist die Erprobung von neuen Technologien. Dazu gehört vor allem die Leichtbauweise der Sonde und die Sensortechnik. Clementine ist ein Produkt des US Verteidigungsministeriums.

So erklärte der Missions-Manager Air Force Oberstleutnant Pedro Rustan zu den Missionszielen: «Wir haben nicht die Absicht, nach 20 Jahren zum Mond zurückzukehren um ihn zu untersuchen, vielmehr geht es bei dieser Testmission darum, zukünftige Technologien auf ihre Weltraumtauglichkeit zu untersuchen. Dazu gehören äusserst leichte Kameras, neue Bordelektronik und Computer, Bandaufzeichnungsgeräte auf Halbleiterbasis und Leichtbaustrukturen. Das ist das erste Ziel, zum zweiten soll untersucht werden, wie zukünftige Raumsonden kleiner, leichter, billiger und besser gebaut werden können.»

#### Wissenschaft profitiert

Obwohl die Militärs mit der Mission eigene Ziele verfolgen, kann die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA von Clementine 1 recht profitieren. Ohne eigene Kosten wird es möglich sein, neue Bilddaten des Mondes zu gewinnen und ausserdem neue Erkenntnisse der bislang nur wenig erforschten Planetoiden zwischen Mars und Jupiter zu erhalten. Bislang hat einzig die Raumsonde Galileo Bilder und andere Daten von den zwei Kleinplaneten Gaspra und Ida gewonnen. Mit der Naherkundung von Geographos sollen weitere Erkenntnisse gewonnen werden. Vorteilhaft für diese Erforschung ist der Umstand, dass die Sonde Clementine in nur etwa 100 Kilometern Entfernung an diesem Himmelskörper vorbeifliegen soll. Geplant ist, dass die Sonde rund 2000 Bilder des 3-4 Kilometer langen und 1,5 Kilometer breiten Himmelskörper aufnehmen und zur Erde übertragen soll.

Nach Abschluss der Mondkartographierung wird das bordeigene Triebwerk gezündet und schießt die Sonde in Richtung Planetoid Geographos, der am 31. August erreicht werden soll. Mit verschiedenen Instrumenten soll der Planetoid aus der Nähe erforscht werden. So soll die Bildkamera Bilder mit einer hohen Auflösung gewinnen. Im ultraviolett/optischen Bereich beträgt die Auflösung 40 Meter pro Bildpunkt und mit der