Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 28 (1970)
Heft: 117

Artikel: Marsaufnahmen von Mariner 6 und 7
Autor: Müller, Helmut
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899848

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Le paradoxe d'OLBERS peut être évité à l'aide de l'absorption de la lumière dans l'espace interstellaire, et celui de la gravitation en admettant une densité moyenne qui tend d'autant plus vers zéro que le volume considéré est plus grand.

L'espace peut ainsi être considéré comme euclidien et infini.

Il y a une centaine d'années, les mathématiciens ont découvert des espaces non-euclidiens, parmi lesquels ceux qui, bien que de volume fini, n'ont paradoxalement aucune limite. Il n'est pas nécessaire que le volume d'un tel espace demeure constant. L'espace peut se dilater, et les galaxies qui s'y trouvent peuvent s'éloigner les unes des autres avec une vitesse d'autant plus grande qu'elles sont plus distantes l'une de l'autre. C'est précisément ce que nous observons.

Lequel de ces modèles d'univers se rapproche le plus de la réalité, doit être éclairé par les observations, qui sont extrêmement difficiles.

Remarquons d'ailleurs qu'en général il est beaucoup plus aisé d'édifier un modèle que d'en fournir la preuve par la comparaison avec la réalité. Cela devait être dit pour ceux qui pensent verser dans la discussion des idées géniales, tout en laissant aux savants toute la peine de les vérifier.

Adresse de l'auteur: Prof. MAX SCHÜRER, Directeur de l'In titut astronomique de l'Université de Berne, Sidlerstrasse 5 3012 Berne.

Marsaufnahmen von Mariner 6 und 7

von HELMUT MÜLLER, Zürich

Das Jahr 1969 war derart erfüllt von dem überwältigenden und wahrhaft historischen Geschehen, dass erstmals Bewohner der Erde ihren Fuss auf einen andern Himmelskörper im Weltraum, auf unseren Erdtrabanten, den Mond, gesetzt haben, dass man eine andere Leistung der Raumfahrt, die sowohl hinsichtlich ihrer Schwierigkeit als auch in Anbetracht ihrer Ergebnisse einzig nicht im Hinblick auf den persönlichen menschlichen Wagemut mit der Mondlandung durchaus vergleichbar war, viel weniger beachtet hat, als sie es verdiente und als man es sonst getan hätte. Am 24. Februar und am 27. März 1969 wurden die unbemannten Raumsonden Mariner 6 und 7 von Cape Kennedy aus auf ihre Reise zum Mars geschickt, und nach Zurücklegen einer Strecke, die rund 1000mal länger war als die Entfernung des Mondes von der Erde, – die Sonden mussten ja den Weg einschlagen, auf dem sie am wenigsten Treibstoff verbrauchten, wenn er auch länger ist als die kürzeste Distanz Erde–Mars –, kamen sie am 30. Juli bzw. am 4. August im geringen Abstand von etwa 3500 km, das ist nur wenig mehr als der halbe Erdradius, an unserm Nachbarplaneten vorbei. Zur Zeit dieses nahen Vorbeifluges vor allem machten sie Messungen und Aufnahmen, die dann über die Entfernungen von 100 Millionen Kilometer per Funk der Erde übermittelt wurden. All dies verlief mit einer derartigen Präzision genau nach dem vorgeschriebenen Plan, dass man diesem Erfolg der Raumfahrt gewiss die allerhöchste Bewunderung zollen muss. Vor zwei Jahrzehnten, als die Raumfahrt begann, haben manche vielleicht so etwas schon erträumt, aber kaum einer von ihnen hätte damals ernsthaft geglaubt, dass sein Wunschtraum so bald in Erfüllung gehen würde.

Die Raumsonden haben die uns schon ganz vertraute Gestalt *(Abb. 1)* mit den vier grossen Flügeln, auf denen neben Steuerdüsen an ihren Enden in der Hauptsache 17472 Sonnenzellen angebracht sind, welche die notwendige elektrische Energie für den ganzen Betrieb erzeugen. Nach oben ragt die nach allen Richtungen gleichmässig wirksame Radio-Antenne heraus und daneben erkennt man die paraboloidförmige Richtantenne. Der eigentliche Hauptkörper der Sonde hat den Querschnitt eines regelmässigen Achtecks, und in diesem Oktagon sind all die für die Bewegung und die Steuerung der Sonde, für den Empfang der Befehle und das Rückmelden, für das Richten und Inbetriebsetzen der Messinstrumente, für das Speichern und Übermitteln der Daten und für alle sonstigen Handlungen notwendigen Apparaturen in zweckmässiger Weise eingebaut. Unter diesem Hauptkörper sind auf einem Ansatzstück, das man drehen und richten kann, die eigentlichen Beobachtungsinstrumente montiert. Von diesen sind im Augenblick von besonderem Interesse die beiden Televisions-Kameras, die eine mit einer Weitwinkeloptik, die andere mit einem Tele-Objektiv von 10 Zoll Öffnung. Wichtig für ihre Anwendung ist ferner, dass sie auf Funkbefehl von der Erde aus im weiten Bereich von 215° gedreht und zudem in der dazu senkrechten Richtung um einen Winkel von maximal 64° geschwenkt werden können. Als weitere Instrumente wären noch ein Ultraviolett- und ein Infrarot-Spektrometer für die Untersuchung der Zusammensetzung der Marsatmo-

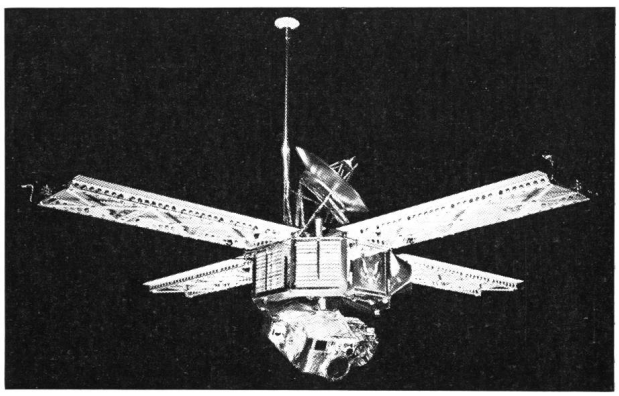

Abb. 1: Die Mariner-Raumsonde.

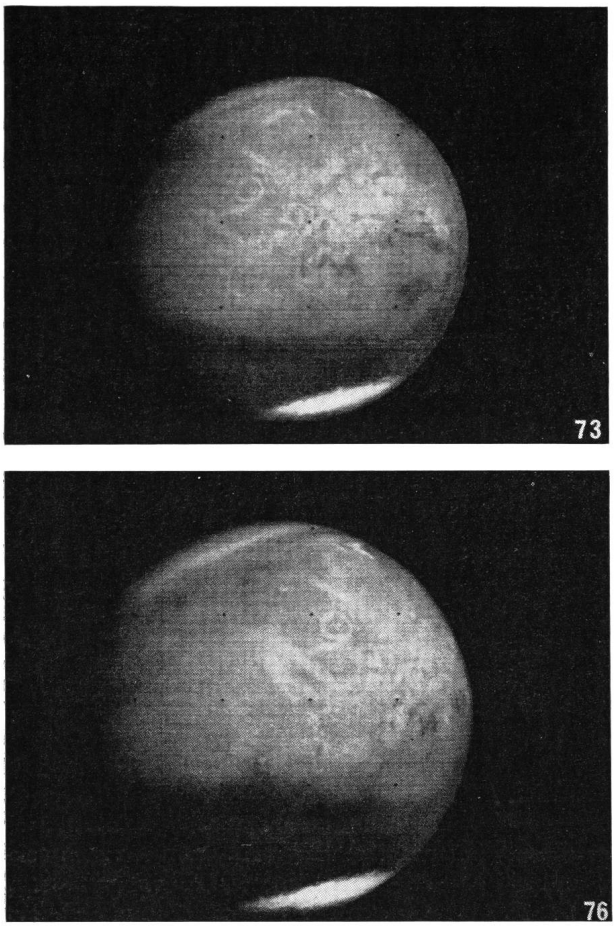

Abb. 2: Globalaufnahmen des Mars von Mariner 7 beim Anflug.

sphäre und ein Infrarot-Radiometer zur Messung der Oberflächentemperatur des Planeten zu erwähnen.

Bereits auf dem Hinflug wurden von beiden Sonden 50 bzw. 93 Gesamtaufnahmen vom Mars gemacht. Mariner 7 begann damit 72 Stunden vor dem Vorbeiflug und gewann diese 93 Globalbilder in einer zeitlichen Folge von stets 47 Minuten Differenz; zwei von ihnen sind hier *(Abb. 2)* wiedergegeben. Bei der Aufnahme des oberen Bildes betrug die Entfernung vom Mars 472000 km, bei der Aufnahme des unteren nach 141 Minuten noch 412000 km. Man sieht deutlich die der verschiedenen Distanz entsprechende Vergrösserung der Scheibe und auch die Wirkung der Rotation des Planeten; Mars hat sich in der Zwischenzeit um 38° weiter gedreht. Norden ist auf dem Bild links oben und am linken Rand befindet sich der Morgenterminator, hier geht die Sonne gerade auf; eindrucksvoll präsentiert sich unten die südliche Polkappe. Auf dem ersten Bild kann man rechts im unteren Teil Thaumasia mit dem dunklen Lacus Solis erkennen, darüber den breiten «Kanal» Agathodaemon; auf dem zweiten Bild sind die beiden dunklen Formationen nahe dem Rand noch knapp zu identifizieren. Die hellen Strukturen darüber sind die bei den Marsbeobachtern als eintönig geltenden Gegenden von Candor, Tharsis und nach links anschliessend Amazonis; dieses letztere Gebiet befindet sich auf dem zweiten Bild nahe dem Zentralmeridian. Recht deutlich tritt auch das dunkle Mare Sirenum bei 35° südlicher Breite hervor. Von den vielen schwachen «Kanälen», die in diesem ganzen Bereich auf den üblichen Marskarten eingezeichnet sind, ist nichts zu bemerken. Allerdings sagen ja auch alle Marsbeobachter, dass die Sichtbarkeit der «Kanäle» auf nur kurze, dafür günstige Zeiten beschränkt ist. Hier ist hingegen die zweifellos auffallendste und überraschendste Erscheinung das grosse helle kraterähnliche Gebilde Nix Olympica. Wie weit es sich im übrigen in allen diesen Fällen um wirklich echte Oberflächenformationen handelt oder um Kondensationen in der Atmosphäre oder um eine Kombination von beiden, ist nicht eindeutig zu entscheiden, da diese Aufnahmen doch eine zu kurze Zeitspanne umfassen und die späteren Aufnahmen beim nahen Vorbeiflug andere Gegenden zeigen.

Die Nahaufnahmen von Mariner 6 und 7 bedeuten einen ganz gewaltigen Fortschritt gegenüber denen von Mariner 4 im Juli 1965, und dabei waren die schon der schönste Erfolg der ganzen bisherigen Marsforschung, enthüllten sie doch Dinge, die man vorher nicht geahnt oder vermutet hatte. Die besten Bilder von Mariner 4 sind bei einem Abstand von 12000 km gewonnen worden, es stand nur eine Kamera zur Verfügung, und bei der Übermittlung zur Erde wurde jede Bildfläche in 22000 Punkte zerlegt. Bei Mariner 6 und 7 war der Abstand vom Mars 3–4mal geringer, es waren auf beiden Sonden zwei Kameras verschiedener Auflösung vorhanden, die zudem noch geschwenkt werden konnten, so dass die Möglichkeit gegeben war, zwei parallele Zonen auf dem Planeten zu überstreichen. Pro Bild wurden diesmal 770000 Punkte übertragen, so dass das Raster nunmehr ganz unvergleichlich weniger störte, eigentlich fast unmerklich war. Insgesamt lieferte Mariner 6 total 24 und Mariner 7 total 33 Bilder, etwa gleich viel von jeder Kamera. Die Weitwinkelaufnahmen überlappen sich jeweils in einem grösseren oder kleineren Bereich; die Teleobjektiv-Aufnahmen liegen inmitten von ihnen, und die Auflösung beträgt hier das zehnfache. Bei Mariner 6 überdecken 9 Weitwinkelaufnahmen eine Zone bei 10–15° südlicher Breite, 3 parallel dazu verlaufend die Äquatorzone. Bei Mariner 7 überstreicht der Hauptzug von 12 Weitwinkelaufnahmen den Marsglobus etwas schräg von rund 20° südlicher Breite bis ein wenig über den Äquator hinaus, während ein paralleler Streifen von 5 Bildern die südlichen Polargebiete und den Südpol selber enthält.

Ein Mosaik von 7 Weitwinkelbildern von Mariner 6 nebst 3 Teleobjektivbildern, die unten angefügt sind und deren Position im Mosaik vermerkt ist, sieht man in *Abb. 3.* Die 3 oberen Bilder dieses Mosaiks durchzieht der Äquator, die 4 unteren der Parallel von 15° südlicher Breite, die Bildserie ist rechts vom Terminator begrenzt. Der Null-Meridian auf dem Mars, der nahe dem Äquator den markanten Meridiani Sinus schneidet, durchquert den sich überlagernden Teil der

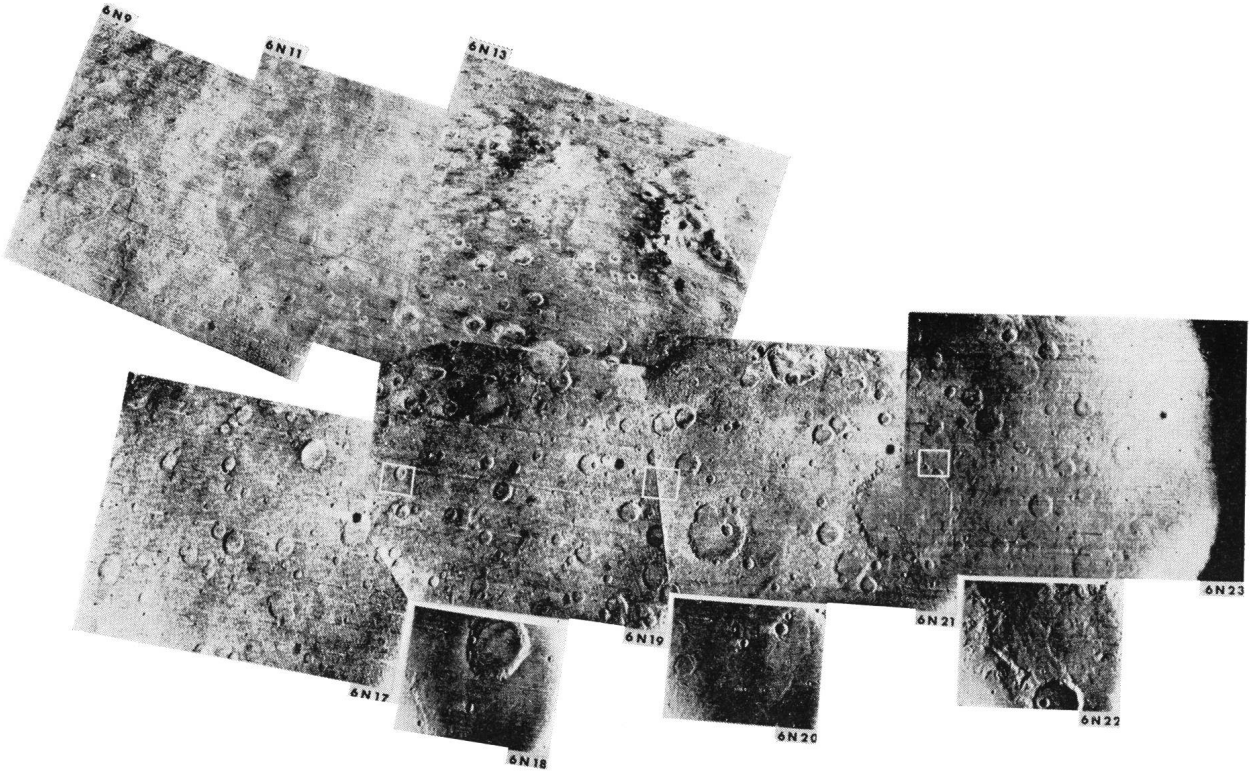

Abb. 3: Mosaik von Weitwinkelaufnahmen von Mariner 6 nebst einigen Aufnahmen mit dem Teleobjektiv.

beiden rechten oberen und der beiden linken unteren Bilder; der Abend-Terminator entspricht etwa dem Meridian von 320°, die linke Grenze der Bildserie dem Meridian von 25°. Die vier unteren Bilder des Mosaiks überdecken auf der Marsoberfläche einen Bereich von etwa 4000 km mal 700 km, die meridionale Ausdehnung der Teleobjektiv-Bilder ist etwa 70 km.

Auf den üblichen Marskarten sind in diesem grossen Streifen helle und dunkle Gebiete eingezeichnet, Länder und Meere, wie man früher sagte, während man jetzt eher dazu neigt, umgekehrt von Sandmeeren, die rötlich gelb erscheinen, und von kontinentalen Hochlandmassiven, die dunkler wirken, zu sprechen. Diese verschiedenen Färbungen treten, anders als bei den Globalaufnahmen, bei den Detailaufnahmen weniger deutlich hervor, was hingegen stark auffällt, das sind die vielen Krater der verschiedensten Grösse mit den flachen, vom Mond her vertrauten Profilen, die man gerade auf den Bildern besonders gut studieren kann, wo die Sonne niedrig steht. Ebenso wie bei unserem Mond überlagern sich die Krater, in den grösseren findet man kleinere, mitten drin oder den Ringwall durchbrechend, und immer wieder noch kleinere, und auch ihre Häufigkeit ist durchaus mit der auf dem Mond vergleichbar. Am wenigsten zahlreich, weniger ausgeprägt und etwas verwischt erscheinen die Krater vor allem in den beiden linken oberen Bildern, in einem Sandmeer am Äquator. Einerseits liegt das am höheren Sonnenstand und den dadurch bedingten kürzeren Schatten, es passt aber auch zu der Vorstellung, dass die Krater zum Teil vom Sand des Meeres überflutet sind. Der deutlich sichtbare Abhang in der rechten Ecke des rechten oberen Bildes wäre der steile Absturz vom dunklen Hochland zum tiefen, hellen Sandmeer bei etwa 350° Länge nahe dem Äquator.

Die drei Teleobjektiv-Aufnahmen im unteren Teil von *Abb. 3* enthüllen eine Fülle von Einzelheiten der Marsoberfläche und zeigen immer weitere kleine Krater. Was man aber aus einer solchen Aufnahme noch durch geeignete «Computer-Behandlung» herausholen kann, lehrt uns *Abb. 4*, die linke der drei in dieser Weise behandelten Teleobjektiv-Aufnahmen. Bedenkt man, dass die Höhe des Bildes einer Strecke von etwa 70 km

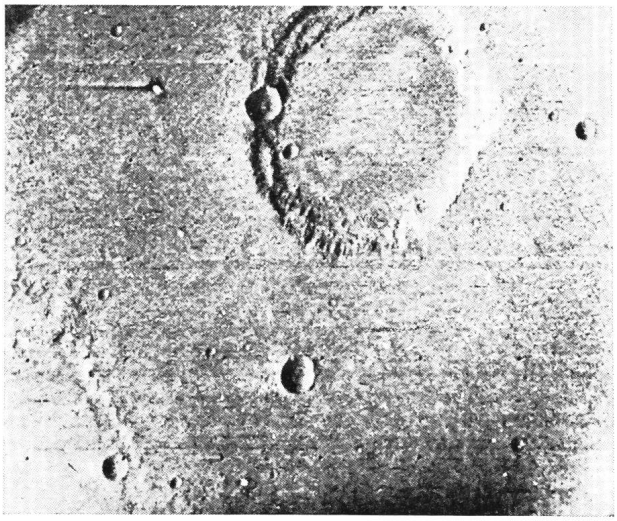

Abb. 4: Ein kleiner Ausschnitt der Marsoberfläche, aufgenommen von Mariner 6 mit dem Teleobjektiv.

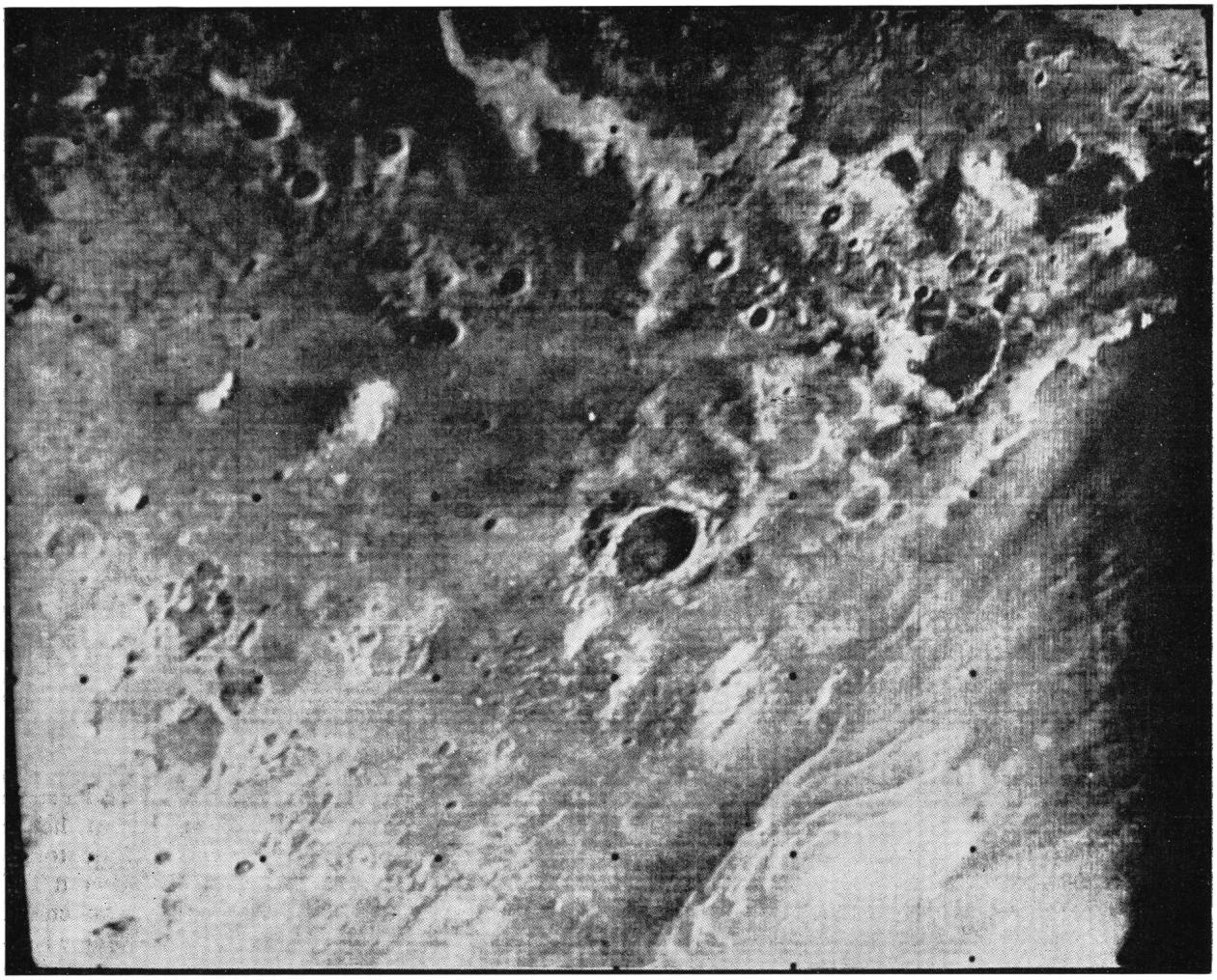

Abb. 5: Die Umgebung des Südpols, aufgenommen von Mariner 7.

entspricht, der grosse Krater also einen Durchmesser von rund 35 km hat, der kleinere darunter einen von etwa 5 km, so sieht man leicht, dass noch Objekte von 300 m Durchmesser eindeutig zu erkennen sind. Das ist ein recht beachtlicher Erfolg, betrug doch die Auflösung bei den Bildern von Mariner 4 im besten Fall 3–4 km.

Abb. 5 ist eine Weitwinkelaufnahme von Mariner 7, aus einer Entfernung von 5300 km gewonnen, das reproduzierte Gebiet hat eine Grösse von etwa 1500 mal 1200 km. Der Südpol ist rechts unten zu suchen; die Sonne steht für die Region im mittleren Teil des Bildes nur etwa 10° über dem Horizont, was die Plastik der Erscheinungen verstärkt. Auch hier ist die ganze Gegend von zahlreichen Kratern bedeckt, von denen einige beachtliche Dimensionen aufweisen, wenn man an die eben erwähnten Ausmasse der Photographie denkt. Eindrucksvoll sind aber besonders die sehr hellen, sonnenbeschienenen, offensichtlich bereiften oder beschneiten Kraterränder und vor allem der Südpol selber, wo man interessante Strukturen entdeckt, die an Schneeverwehungen erinnern, und man hat eigentlich das Empfinden, dass der Schnee hier ziemlich hoch liegt. Allerdings kann man nicht entscheiden, ob diese Strukturen wirklich nur aus Schneemassen bestehen oder ob, was plausibler ist, die dort befindlichen Geländeformationen so aussehen und nur vom Schnee dick überzuckert sind.

Im übrigen ist es jetzt doch sehr wahrscheinlich, man kann fast sagen, sicher, dass dieser «Schnee» feste Kohlensäure ist, es könnten höchstens ganz geringe Mengen von aus Wasser gebildeten Schneekristallen dabei sein, denn die mit den Spektrometern gewonnenen Resultate lehren, dass die Marsatmosphäre mindestens zu 98 %, vielleicht sogar völlig, aus Kohlensäure besteht, weder freier Sauerstoff noch freier Stickstoff sind nachzuweisen. Seit langem hatte man ja schon an Kohlensäureschnee gedacht, vor allem, weil das rasche Abschmelzen der Polkappen, das man immer wieder beobachtete, bei der doch im Vergleich zur Erde viel schwächeren Sonneneinstrahlung sonst nicht gut zu verstehen war. Andere hatten, als man noch meinte, dass die Marsatmosphäre sehr viel Stickstoff enthielte, die Möglichkeit von Stickstofftetroxyd N_2O_4 vermischt mit Stickstoffdioxyd NO_2 erwogen, da sich bei wechselnden Temperaturen das Mischungsverhältnis

beider Substanzen und damit die Färbung dieser Mischung sehr rasch ändert. Gerade in der letzten Zeit glaubte man wieder eher an Eiskristalle aus Wasser, die dann allerdings nur eine ganz dünne Reifschicht bilden, denn die Beobachtung der Polarisation und des Spektrums des davon reflektierten Sonnenlichtes passte trefflich dazu. Nun, die jetzigen Befunde weisen aber doch recht eindeutig auf Kohlensäureschnee hin, zumal auch die von Mariner 6 und 7 in den südlichen polaren Regionen gemessenen Temperaturen von —130° C damit sehr verträglich sind. Bei all diesen Oberflächenbetrachtungen muss man allerdings auch immer im Auge behalten, dass bei diesen Momentaufnahmen selbstverständlich auch etwaige atmosphärische Kondensationen abgebildet werden können, die nur schwer von den echten Oberflächenstrukturen zu unterscheiden sind, z. B. ein Gebilde links der Mitte von *Abb. 5* macht durchaus den Eindruck einer Wolke.

«Des Riesen Fußstapfen» betitelt die NASA das Bild auf der Umschlagseite, und mit ein wenig Phantasie könnte man hieran anknüpfend herrliche Geschichten erzählen. Die Aufnahme wurde mit dem Teleobjektiv gemacht, und das Gebiet im Ausmass von 320 mal 135 km liegt dicht ausserhalb des rechten Randes von *Abb. 5* in etwa 75° südlicher Breite. Infolge des schrägen Aufblickes auf die Polkappe sind die Krater stark perspektivisch verzerrt, der obere hat rund 70 km, der untere, wie man aus der Weitwinkelaufnahme ersehen kann, etwa 120 km Durchmesser. Die Sonne steht nur 8° über dem Horizont, von links oben fallen ihre Strahlen ein; die mit Schnee bedeckte Polarlandschaft präsentiert sich hier wieder sehr eindrucksvoll, und auch das flache Profil der Krater ist bei dem niedrigen Sonnenstand recht klar ersichtlich.

Nur eine kleine Auswahl der Bilder, die Mariner 6 und 7 uns geliefert haben, konnten wir hier bringen, und doch vermittelt uns das wenige schon recht entscheidende Befunde. Der Mars ist uns näher gerückt, die Aufnahmen lassen auf ihm schon fast so kleine Objekte erkennen, wie man sie von der Erdoberfläche aus mit den besten Fernrohren auf unserm Mond erblickt, und das Überraschendste daran ist, wie ähnlich Mars und Mond sind, täuschend ähnlich an so manchen Stellen, und doch ist auch vieles wieder ganz andersartig. Noch mannigfache Rätsel birgt der rote Planet, auf deren Lösung wir in naher Zukunft hoffen, und dann werden sich, wie üblich, neue Rätsel zeigen, neue Probleme sind zu klären, und noch so manche Überraschung wird man erleben.

Der NASA sind wir für die Überlassung der Aufnahmen, die uns Herr H. Habermayr dankenswert besorgte und zur Verfügung stellte, zu Dank verpflichtet.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Helmut Müller, Herzogenmühlestrasse 4, 8051 Zürich.

Erfolgreiche Beobachtungen des Planetoiden (1620) Geographos während seiner grossen Annäherung an die Erde im August/September 1969

von Robert A. Naef, Meilen

Nachdem im Jahre 1968 der lichtschwache *Planetoid (1566) Icarus* der Erde sehr nahe gekommen war und auch in der Schweiz verfolgt werden konnte[1]), bot sich bereits im Herbst 1969 eine zweite, neue Gelegenheit, einen weiteren der wenigen heute bekannten Kleinen Planeten zu beobachten, die sich der Erde von Zeit zu Zeit bis auf einen relativ kleinen Abstand nähern können. Es war der erst im Jahre 1951 von A. Wilson und R. Minkowski am Palomar-Observatorium entdeckte *Planetoid (1620) Geographos*, auf dessen Annäherung an unseren Heimatplaneten Erde (kleinste Entfernung von der Erde nur 0.0606 AE = 9066000 km, grösste Helligkeit ca. 12^m), im voraus in einigen Publikationen aufmerksam gemacht wurde[2]), [3]), [4]). Die Aufrufe zur Beobachtung zeitigten wieder ein erfreuliches Echo.

Unabhängig davon war Herr Paul Wild vom Astronomischen Institut der Universität Bern, der im photographischen Verfolgen von Planetoiden jahrelange, grosse Erfahrung besitzt, so freundlich, uns eine seiner eigenen Aufnahmen, die er auf der Sternwarte Zimmerwald am 12. September 1969 gewonnen hatte, zu überlassen *(Abb. 1)*. Herr Wild hat auch bereits am 26. Januar 1969, als Geographos noch weit von der Erde entfernt war, und am 10. September 1969, als er in der Nähe der Erde stand, Messungen vorgenommen, die wir nachstehend in der *Tabelle I* wiedergeben[5]).

Gleichzeitig hat sich Herr P. Wild auch bereit erklärt, je eine photographische Aufnahme (Papierbilder) auf das Vorhandensein von Geographos zu untersuchen, die uns zu diesem Zwecke von Herrn Rainer Lukas, Berlin, und von Herrn Dipl.-Ing. Friedrich Seiler, Sternwarte Reintal, München[5]), zugestellt wurden. Es stellt grosse Anforderungen an ein Amateur-Teleskop und an den Beobachter, ein sich *ziem-*

Tabelle I: Positionsmessungen des Planetoiden (1620) Geographos von Paul Wild, Bern.

Datum in Weltzeit		$\alpha_{1950.0}$	$\delta_{1950.0}$
a) Geographos fern von der Erde:			
1969 Januar	26.0849	$6^h18^m19.91^s$	$+47°03'47.6''$
	26.1250	6 18 13.27	+47 03 01.2
b) Geographos in der Nähe der Erde:			
1969 September	10.9896	$20^h30^m12.57^s$	$-4°48'16.1''$
	10.9951	20 30 13.94	— 4 47 52.3
	12.8799	20 37 23.79	— 2 34 57.3
	12.8854	20 37 24.86	— 2 34 37.4