

Sterne und Weltraum

8. JAHRGANG (1969)

VERLAG BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT AG MANNHEIM

Die Marskanäle aus der Sicht des Mariner-4-Experiments

Linienhafte Strukturen auf der Oberfläche des Planeten Mars geben seit Jahrzehnten Anlaß zu den phantastischsten Theorien und Anregungen, die wohl jemals in der Planetenforschung ernsthaft diskutiert wurden. Durch einen geringfügigen Übersetzungsfehler unserer Vorfahren wurden diese Objekte als „Kanäle“ bezeichnet, eine Deutung, die unwillkürlich eine Suche nach Marsintelligenz herausforderte. Nach erfolgloser Forschung und fortschreitender Aufklärung war die Astronomie geneigt, diese Phänomene in den Bereich der optischen Täuschung zu verweisen. So finden wir heute (auch moderne) Mars-

unklarer als in den berühmten „Kanal“-Darstellungen. Zusammenfassend läßt sich zu derartigen Oberflächenstrukturen folgendes bemerken: Obwohl einige „Kanäle“ in den dunklen Marsgebieten gesichtet wurden, sind sie hauptsächlich eine Erscheinung der hellen Oberflächenareale. Die Längen der Linien variieren zwischen einigen hundert und Tausenden von Kilometern. Die kurzen Strukturen werden als gerade beschrieben, während die längeren als gekrümmt gedeutet werden. Die „Kanäle“ enden entweder in großen dunklen Arealen oder in kleinen dunklen Gebieten, die allgemein als „Oasen“ bezeichnet

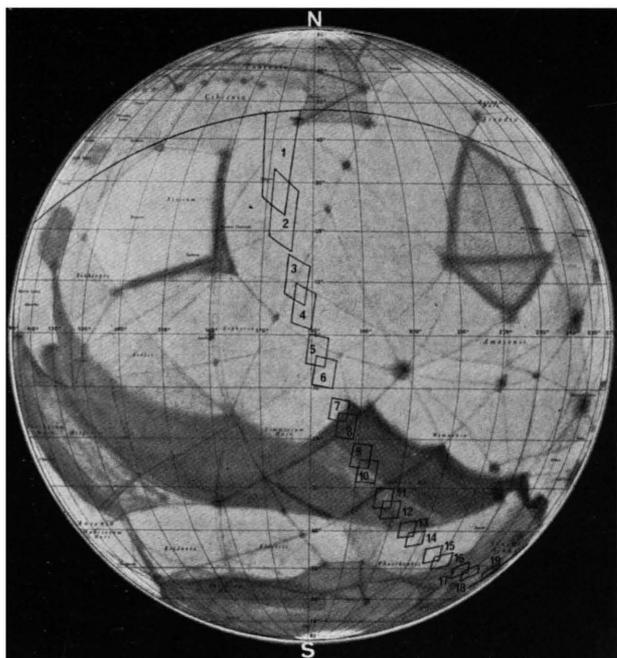


Abb. 1: Die fotografierten Oberflächenareale durch Mariner 4. Für eine wissenschaftliche Auswertung eignen sich die Aufnahmen 1 bis 16.

karten mit und ohne Linien, welches einerseits auf die wirklich schwierige Erfassung, andererseits aber auch auf die Unsicherheit (vor der eigenen Objektivität) der einzelnen Beobachter zurückzuführen ist. Nach unserer heutigen Auffassung sind Oberflächenkarten mit mathematischem „Netzwerk“ genauso kritisch zu diskutieren, wie Karten ohne Linienstrukturen. Die gegenwärtige Marsforschung erkennt eine Anzahl von Oberflächenlinien an, vor allem die, deren Lage von vielen Beobachtern bestätigt wurde. Auch auf photographischem Wege sind Nachweise gelungen. So wurden die „Kanäle“ Deuteronilus und Ceraunius einwandfrei auf Oberflächenaufnahmen erkannt, jedoch erscheinen sie hier wesentlich diffuser und

net werden. Die Sichtbarkeit ist im Marsfrühling und -sommer besonders gut. Mit der vorliegenden Ausführung wird an Hand des Mariner-4-Materials eine statistische Analyse vorgelegt, die einen interessanten Hinweis auf die Natur der „Marskanäle“ vermittelt. Gleichzeitig liefern neue Forschungsergebnisse wirklichkeitsnahe Argumente zur Erscheinung und Entstehung der Oberflächenlinien. An dieser Stelle möchte ich meinen Dank an Herrn Holger Haug, Wilhelm-Foerster-Sternwarte, Berlin, aussprechen, der bei der statistischen Auswertung und Beschaffung der Marskarten unterstützend mitwirkte. Sämtliches Karten- und Photomaterial wird hier in astronautischer Orientierung (Norden oben) dargestellt.

Während des Vorbeifluges der amerikanischen Marssonde Mariner 4 wurden 22 Oberflächenphotographien erhalten. Für eine Auswertung eignen sich jedoch nur die Aufnahmen 1 bis 16, da die anschließenden Photographien in den Terminatorbereich fielen. Die erfaßte Oberfläche erstreckt sich von Phlegra über Amazonis, Mare Sirenum, Atlantis, Mare Cimmerium, Phaetontis bis nach Aonius Sinus. Die Lokalisierung der Aufnahmen ist der Abbildung 1 zu entnehmen. (Bisher wurden an folgenden Stellen in SuW Aufnahmen von Mariner 4 veröffentlicht bzw. darüber berichtet: SuW 4, 217; 4, 242; 4, 257 (1965); 5, 116 (1966).)

Die Mariner-4-Photographien wurden in jüngster Zeit wesentlich im Kontrast gesteigert und nachfolgend von den erfahrenen Mitarbeitern des Aeronautical Chart and Information Center (ACIC) zu topographischen Darstellungen bearbeitet. Dieses verbesserte Material läßt eine größere Anzahl von linienhaften Strukturen erkennen, die einer näheren Betrachtung unterliegen sollen.

In Abbildung 2 wird die kontrastverstärkte Photographie Nr. 11 sowie die topographische Darstellung des Aufnahmepaares 11/12 vorgestellt. Deutlich sind in der Originalphotographie zwei linienhafte Erscheinungen zu ermitteln (siehe Pfeile). Die obere verläuft durch den Wall des 175 km großen Hauptkraters, während die untere mehr den inneren Kraterwall tangiert. Wesentlich markanter treten beide Linien in der ACIC Version hervor. Die maximale Breite der Strukturen beträgt annähernd 10 km. Von BURGESS werden die beiden Oberflächenmerkmale nicht einzeln betrachtet, sondern als 48 km breiter Streifen analysiert. Eine weitere Linienstruktur ist in der ACIC Version Nr. 12 zu finden, die aber nicht sehr markant in den Originalphotographien nachzuweisen ist. Spekulationen hat dagegen eine dunkle Strecke in der ACIC Version Nr. 2 (siehe Abbildung 3) hervorgerufen. Die Breite ist auffällig stark, und vom Auswerteteam des Jet Propulsion Laboratory wird darauf hingewiesen, daß ein Vergleich mit älteren und modernen Marskarten die Identifizierung mit dem „Marskanal“ Erebus zuläßt. Auch die dunkle breite Strecke in der Nordwestecke der ACIC Version Nr. 6 (Abbildung 4) zeigt einen Zusammenfall mit einem „Marskanal“, so z. B. in der ACIC MAP OF MARS. Andere Marskarten geben verschiedene „Kanäle“ in dieser Region zu erkennen, wie z. B. Avernus, Tartarus und Saus.

Auf den gesamten ACIC Versionen wurden 23 derartige Erscheinungen gefunden. Im Koordinatendiagramm in Abbildung 5 wird die Lage und Anordnung verdeutlicht. Konzentrationen ergeben sich hieraus im Äquatorbereich zwi-

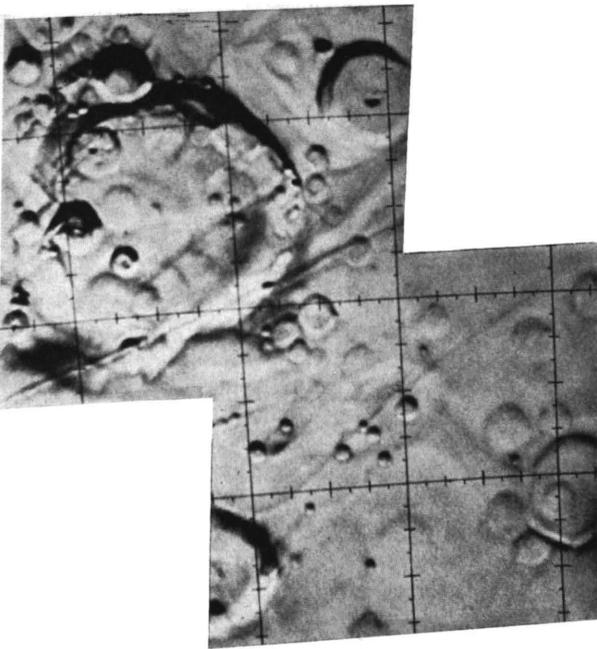


Abb. 2: Kontrastverstärkte Mariner-4-Aufnahme Nr. 11 sowie topographische Darstellung des Aufnahme-paares 11/12. Zwei linienhafte Erscheinungen in der Originalphotographie und in der ACIC-Bearbeitung Nr. 11 werden von BURGESS als 48 km breites tektonisches Objekt gedeutet.

schen 178° und 185° areographischer Länge sowie zwischen 25° und 45° südlicher areographischer Breite bei 190° und 210° areographischer Länge. Bemerkenswert ist die vorherrschende Südwest-Nordost-Richtung der Linien. Eine Häufigkeitsverteilung der mittleren Breite der Strukturen läßt Werte zwischen 5 und 50 km erkennen, wobei das Häufigkeitsmaximum bei einer Breite zwischen 5 und 9 km liegt.

Um diese Oberflächenmerkmale auf einen etwaigen Zusammenfall mit „Kanälen“ auf klassischen und modernen

Marskarten zu überprüfen, wurden 12 Oberflächendarstellungen der Periode 1879 bis 1964/65 näher betrachtet und das entsprechende Areal statistisch analysiert. Die Ergebnisse werden in Tabelle 1 publiziert. Die Auswertung erfolgte in der Art, daß sämtliche „Kanäle“ der Karten, die die Bahnprojektion schneiden, erfaßt und der areographischen Länge zugeordnet wurden.

Die in dem Mariner-4-Areal anzutreffende „Kanalanzahl“ ist – wie erwartet wurde – von Karte zu Karte recht unterschiedlich, nur in wenigen Fällen ergibt

sich eine gute und enge Übereinstimmung. Die Anzahl schwankt zwischen 3 und 9 Objekten. Auf den gesamten 12 Oberflächendarstellungen konnte eine Summe von 76 Linien ermittelt werden. Ein markantes Häufigkeitsmaximum wird zwischen 172.5° und 182.5° areographischer Länge erhalten. Weitere, allerdings geringe Häufungen, liegen bei 190° und bei 200° areographischer Länge der Bahnprojektion.

Vergleicht man nun diese erhaltenen Werte der Oberflächendarstellungen mit der Anordnung der Linienerscheinungen in den ACIC-Versionen (Abb. 6), so ist eine gute Übereinstimmung des Häufigkeitsmaximums der Oberflächendarstellungen mit der

Areographische Länge (°) (Bahnprojektion)	Mittelkarten				Oppositionsdarstellungen								Summe	%	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
170 – 172.5				2										2	3
172.5 – 175	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	17
175 – 177.5	1	2	1			1				1	3	1	1	11	14
177.5 – 180	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1			1	16	21
180 – 182.5	1	1	1	2		1	1				1	1		9	12
182.5 – 185			1				1	1					1	4	5
185 – 187.5					1									1	1
187.5 – 190	1	1		1		1	1				2		1	8	11
190 – 192.5								1	1	1				3	4
192.5 – 195														0	0
195 – 197.5				1										1	1
197.5 – 200			1											1	1
200 – 202.5				1				1						2	3
202.5 – 205			1											1	1
205 – 207.5						1								1	1
207.5 – 210														0	0
210 – 212.5														0	0
212.5 – 215												1		1	1
215 – 217.5			1											1	1
217.5 – 220														0	0
220 – 222.5								1						1	1
Summe 170.0 – 222.5	7	7	9	9	3	6	6	7	4	9	3	6	76	100/98	

Tabelle 1: Häufigkeitsverteilung der Mars-„Kanäle“ auf 12 Oberflächendarstellungen. Die Auswertung erfolgte in der Art, daß sämtliche die Bahnprojektion von MARINER 4 schneidende Linienstrukturen einer Längenklasse zugeordnet wurden.

Angaben zum Kartenmaterial: 1 = „Kanal“-Karte von Schiaparelli, 2 = Flammarion und Antoniadi, 3 = ACIC Map of Mars (1962), 4 = Army Map Service (1966), 5 = Schiaparelli 1879, 6 = Brenner 1894, 7 = Cerulli 1896–1897, 8 = Lowell und Douglass 1896–1897, 9 = Sternwarte De Juvisy (Flammarion) 1900–1901, 10 = Lowell 1905, 11 = Pickering 1926, 12 = ALPO 1964–1965.

äquaturnahen Konzentration der ACIC-Darstellungen zu finden. Auch die geringen Häufigkeitsmaxima sind bei dem Zugeständnis einer geringen Fehler-toleranz der Marskarten durchaus den weiteren Konzentrationen der ACIC-Linien zuzuordnen. Durch die hier vermittelte Häufigkeitsverteilung können die „Kanäle“ Erebus, Avernus, Tartarus und Saus als durchaus reell und als in den Mariner-4-Photographien nachzuweisende Erscheinungen angesehen werden. Auch ein Mittelatlantis schneidender „Kanal“ wird vermutlich durch die Aufnahme Nr. 11 bestätigt.

Wir dürfen heute annehmen, daß die „Marskanäle“ tektonisch gebildete Oberflächenmerkmale darstellen. Mit großer

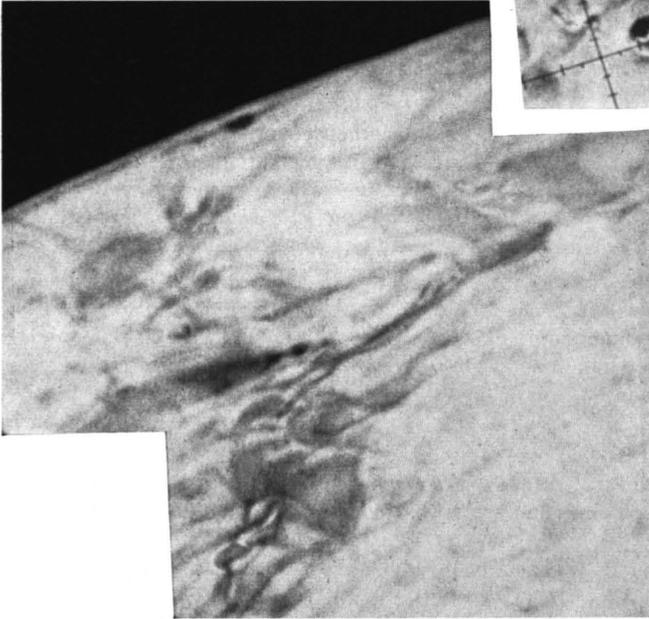


Abb. 3 (links): ACIC-Version der Mariner-4-Aufnahmen Nr. 1 und 2. Die dunkle Strecke im Oberteil der zweiten Aufnahme kann als „Marskanal“ Erebus identifiziert werden.

die „Marskanäle“ anzutreffen. So ergibt sich auch eine Erklärung für die jahreszeitlich bedingte Sichtbarkeit der Linien. Zur Frühlings- und Sommerzeit erfahren die bereits dunkleren Marsgebiete

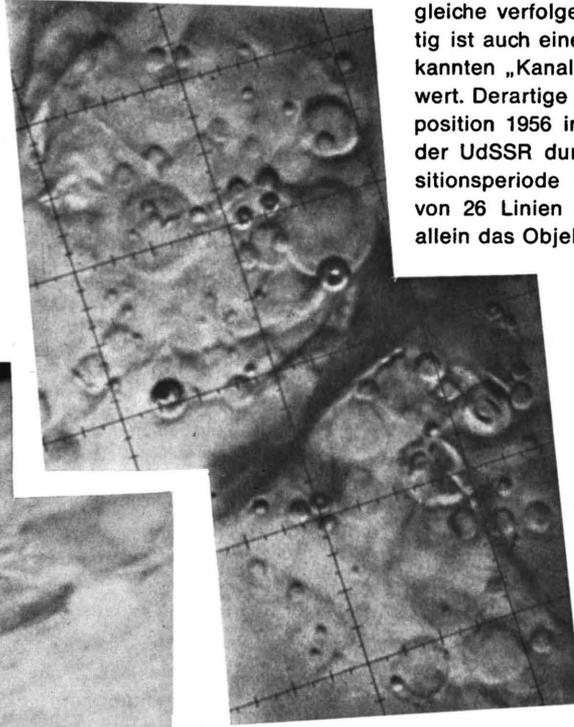


Abb. 4 (oben): ACIC-Version der Mariner-4-Aufnahmen Nr. 5 und 6. Die dunkle streckenartige Erscheinung im Übergangsbereich beider Aufnahmen fällt mit „Kanal“-Lagen in klassischen und modernen Marskarten zusammen.

Abschließend sei hier ein Hinweis für Planetenbeobachter gegeben. Das durch Mariner 4 photographierte Gebiet sollte bei kommenden Marsoppositionen einer objektiven und intensiven Beobachtung unterzogen werden, um weitere Vergleiche verfolgen zu können. Gleichzeitig ist auch eine Überwachung aller bekannten „Kanal“-Strukturen wünschenswert. Derartige Studien wurden zur Opposition 1956 intensiv von Beobachtern der UdSSR durchgeführt. In der Oppositionsperiode konnte das Auftauchen von 26 Linien ermittelt werden, wobei allein das Objekt Oxus bei 16 Beobach-

tungen einer Identifizierung unterlag. Eine exakte Aufschlüsselung wird in Tabelle 3 gegeben und kann als Beobachtungsanleitung für kommende Oppositionen angesehen werden.

Wahrscheinlichkeit sind die sichtbaren Objekte keine Oberflächensenken (Rillen), da die Klimatologie des Planeten eine langfristige Vernichtung verursacht hätte. Die Oberfläche des Mars besteht nach neuen Studien hauptsächlich aus pulverisiertem Brauneisenstein mit sehr geringen Partikelgrößen. Stärkere Bodenwinde hätten diese Rillen langsam mit dem Oberflächenmaterial gefüllt. Nach Modellrechnungen von Bates sind Windgeschwindigkeiten bis 50 m/sec wahrscheinlich. Eine in vielen Einzelheiten sehr glaubwürdige Hypothese deutet die „Marskanäle“ als langgestreckte hohe Bergrücken. Hier bietet sich ein interessanter Vergleich mit den irdischen Ozeanbecken an, wo wir besonders im Bereich des südatlantischen Ozeans derartige tektonische Gebilde finden. So zeigen auch Radaruntersuchungen der Oberfläche des Planeten Mars, daß die dunklen Gebiete Hochländer, und die hellen Areale die Flachlagen, vergleichbar mit den Ozeanbecken, darstellen. Gerade in diesen hellen Gebieten sind

(Hochländer) durch vermutlich klimatologisch bedingte Oberflächenprozesse eine weitgehende Verdunkelung und erscheinen bei Beobachtungen wesentlich kontrastreicher. Man spricht hier von einer sommerlichen Verdunkelungswelle, die sich mit einer mittleren Geschwindigkeit von 3,5 km/h vom Pol her äquatorwärts fortpflanzt. Diese Kontrastveränderung der Hochländer macht sich dann auch auf den Bergrücken bemerkbar und erleichtert eine Erfassung der „Berglinien“.

Sehr aufschlußreich sind auch die Höhenauswertungen der Radaruntersuchungen, die in Tabelle 2 dargestellt sind. Zu der hellen Umgebung konnten maximale Höhen für die Dunkelgebiete bis zu 17 km abgeleitet werden. Bei den Radarstudien wurden auch zwei „Kanäle“ der Klassik erfaßt, Deuteronilus und Ceraunius. Sie zeigen gleiche Höhen um 6 km wie die Dunkelareale Nephentes, Trivium Charontis und Nodus Lacoöntis.

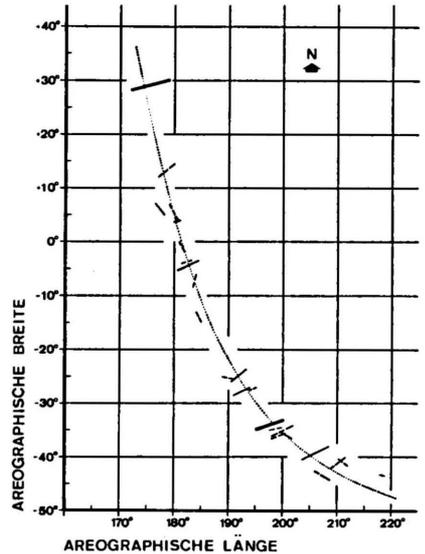


Abb. 5: Bahnprojektion von Mariner 4 (gepunktete Linie) sowie Anordnung der Linienstrukturen auf den ACIC-Versionen (gestrichelte Linien: mittlerer Durchmesser unter 10 km, dünne Linien: mittlerer Durchmesser zwischen 10 km und 20 km, dicke Linien: mittlerer Durchmesser zwischen 20 km und 50 km).

Gebiet	Neigung	Max. Höhe
Nephentes	1°	4 km
Trivium Charontis	2°	5 km
Nodus Laocoöntis	2°	7 km
Moeris Lacus	3°	ca. 16.5 km
Niliacus Lacus	3°	15 km
Syrtis Major	4°	12 km
Deuteronilus	3°	6 km
(„Kanal“ in der klas. Lit.)		
Ceraunius	4°	6 km
(„Kanal“ in der klas. Lit.)		

Tabelle 2: Höhenangaben (km) für einige Dunkelgebiete auf der Marsoberfläche, ermittelt durch Radaruntersuchungen im Jahre 1956.

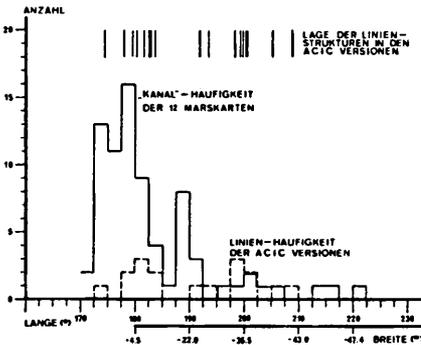


Abb. 6: Die Lage der Linienstrukturen in den ACIC-Versionen (obere Darstellung) sowie Häufigkeitsverteilung der in den 12 Marskarten enthaltenen „Kanälen“ (ausgezogen).

Objekt	Anzahl der Beobachtungen
Oxus (10/+ 20)	16
Triton	10
Gehon (0/+ 15)	9
Hiddekel (345/+ 15)	9
Cerberus (205/+ 15)	7
Ganges	7
Indus	7
Corpates	
(Coprates 65/- 15)	5
Euphrates (335/+ 20)	5
Xanthus (50/+ 10)	5
Thoth-Nepenthes (255/+ 30)	4
Tartarus	3
Nilokeras (55/+ 30)	3
Candor (75/+ 3)	2
Phison (320/+ 20)	2
Peneus	1
Pyriphlegeton	1
Aethiopsis (230/+ 10)	1
Alpheus	1
Antaeus	1
Araxes (115/- 25)	1
Astaboras	1
Astapus	1
Cyclops	
(Cyclopias 230/- 5)	1
Jamuna (40/+ 10)	1
Lethes	1

Tabelle 3: „Kanal“-Beobachtungen zur Opposition 1956 von Beobachtern der UdSSR. Die in Klammern gesetzten Bemerkungen sind Koordinaten der IAU (astronomische Orientierung).