

Zeitschrift:	Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber:	Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band:	55 (1997)
Heft:	281
Artikel:	Die Marskanäle : Geschichte eines Mythos
Autor:	North, Pierre
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-898674

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: 16.02.2026

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

Die Marskanäle: Geschichte eines Mythos

PIERRE NORTH

1. Einleitung

Die «Kanäle» des Mars sind geradlinige Spuren von auffallender geometrischer Regelmässigkeit, die mehrere Forscher Ende des letzten Jahrhunderts zu sehen glaubten. In Wirklichkeit handelte es sich um eine Illusion. Die Regelmässigkeit der Kanäle nährte die These, dass sie künstlich angelegt seien. Dies gab zu vielen Streitgesprächen Anlass, die im Publikum ein grosses Echo fanden.

Warum erörtern wir aber heute ein solches Thema, wo wir uns doch zuverlässiger an den soliden Resultaten der astrophysikalischen Forschung orientieren können? Die Antwort lautet: weil für uns die Marskanäle trotz ihrer Inexistenz in verschiedener Hinsicht lehrreich sind:

- Sie sind für die Astronomie selbst von gewissem historischem Interesse, indem sie unsere Aufmerksamkeit auf den Stand der Kenntnisse der Planeten und der Beobachtungstechniken am Ende des letzten Jahrhunderts lenken. Dies erlaubt uns auch, die Fortschritte auf dem seitlicher begangenen Weg zu würdigen.
- Die historische Sicht ist überdies von allgemeinem Interesse. So haben der grosse Eindruck, den die Marskanäle auf das Publikum machte, und die Idee von Leben auf dem Mars die Epoche nachhaltig geprägt. Der berühmte «Krieg der Welten» von H.G.WELLS (1898) zeugt davon. Etwas weniger bekannt ist die 1887-1888 von GUY DE MAUPASSANT veröffentlichte Erzählung «L'homme de Mars», eine Art literarischer Vorgeschmack zum Film «Rencontre du 3^e type» von SPIELBERG, aber auch zu den zahlreichen Geschichten von OVNI unseres 20. Jahrhunderts.
- Die Marskanäle röhren an die grosse Frage von extraterrestrischem Leben, die heute noch völlig offen ist. Wie das Projekt SETI von der Suche nach künstlichen Radiosignalen extraterrestrischen Ursprungs zeigt, beschäftigt dieses Problem auch Astronomen unserer Tage und gibt uns Gelegenheit, hier einige Vergleiche zwischen früheren und modernen Arbeitsmethoden anzustellen.
- Endlich dürfte der mehr als 20 Jahre dauernde Mythos von den Marskanälen und ihrer künstlichen Natur ein Anreiz sein, uns auf die Grundla-

gen der Wissenschaft zu besinnen und Wege zu suchen, die Fallen falscher Theorien künftig zu meiden. Im folgenden behandeln wir zunächst den ersten der oben erwähnten Punkte, verfolgen dann die Geschichte der Marskanäle und ihrer Folklore und diskutieren am Schluss die beiden letzten Punkte.

2. Stand der Instrumenten-Technik und des Wissens in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts

2.1 Die Instrumente

Refraktoren hielt man seinerzeit für leistungsfähiger als Spiegelteleskope, zumindest für das Studium der Planeten. Die Teleskope hatten Spiegel aus Metallegierungen, die sich bei Temperaturveränderungen stark verformten. Erst ganz am Ende des Jahrhunderts tauchten die ersten Spiegel aus Glas auf. Einige dieser Teleskope hatten für damalige Begriffe eine enorme Grösse, in einem Fall mit einer Öffnung von 2 m Durchmesser.

Die Refraktoren lieferten ruhigere Bilder, denn im geschlossenen Tubus traten keine Luftturbulenzen auf. Die Kunst des Instrumentenbaus erreichte mit Fraunhofers 24 cm Refraktor in Dorpat 1924 eine hohe Vollkommenheit. Das Objektiv war aus mindestens 2 Linsen aufgebaut, um die chromatische Aberration der einzelnen Linsen zu kompensieren. Das ist ein wichtiger Punkt, denn Stärke und Qualität eines Instrumentes werden nicht nur an der Öffnung gemessen, sondern auch an der Präzision, mit der die chromatische Aberration korrigiert ist. In Wirklichkeit bleibt immer eine kleine residuelle Aberration bestehen, die möglichst klein sein soll. In ORION 264, S.235, Tabellen 1 und 2 sind einige Beispiele von Refraktoren und Reflektoren aus der 2. Hälfte des 19. Jh. erwähnt.

Die Fotografie erfreute sich zunehmender Beliebtheit in der Astronomie. Für das Studium der Planeten wurde sie jedoch erst spät eingesetzt, denn die Beobachtung von Auge gab bessere Resultate. Atmosphärische Turbulenzen führen nämlich zu einem unruhigen Bild mit veränderlicher Schärfe. Das Auge ist imstande, diesen Bewegungen zu folgen und auch flüchtige Kleinigkeiten wahrzunehmen, was die fotografische Platte nicht kann, denn sie benötigt Expositi-

onszeiten von einer Sekunde und mehr. Die heutigen Amateure sind mit dieser Schwierigkeit vertraut.

Man stand damals auch am Anfang der Spektroskopie mit ersten Analysen der planetarischen Atmosphären, sowie am Anfang der Polarimetrie (besonders PICKERING 1894).

2.2 Kenntnis von den Planeten

Neptun wurde eben entdeckt (1846), während man Pluto noch nicht gefunden hatte, obschon rechnerisch und beobachtend aktiv nach ihm gesucht wurde, u.a. von PERCIVAL LOWELL, dem eifrigsten Verfechter der Theorie von den Marskanälen.

Man kannte bereits die axiale Rotationsperiode des Mars (24 h 37 min), des Jupiters und des Saturns, aber erst 1911 gelang es SLIPHER mit Hilfe des Dopplereffekts am Spektroskop die Periode des Uranus (10 3/4 h) zu bestimmen. Die Perioden von Merkur, Venus und Neptun blieben unbekannt, obgleich SCHIAPARELLI und LOWELL die Meinung vertraten, dass Merkur immer die gleiche Seite der Sonne zuwende, was man bis in die 60-er Jahre unseres Jahrhunderts glaubte. Dasselbe dachte man von Venus, allerdings auf weniger solider Grundlage. Erst 1965 ermöglichten Radarbeobachtungen die exakte Bestimmung der Merkur-Rotation zu 58.65 Tagen (2/3 seiner Orbitalperiode) und 1967 der retrograden Venus-Rotation zu 243 Tagen (HUNT und MOORE 1982).

Die Massen von Planeten ohne Satelliten können nicht genau ermittelt werden (nur die gravitationellen Störungen, die sie auf die andern Planeten ausüben, liegen der Berechnung zugrunde). Dies traf nicht nur für Merkur und Venus zu, sondern bis 1877 auch für Mars; seine beiden Satelliten wurden in diesem Jahr von ASAPH HALL entdeckt.

Über die Beschaffenheit der Marsoberfläche wusste man sehr wenig. Ge-wisse Forscher wie SCHIAPARELLI glaubten, dass die dunklen Zonen weiten Wasserflächen entsprechen. Andere machten mit Recht darauf aufmerksam, dass es sich nicht um Wasser handeln könne, da sich die Sonne niemals darin spiegeln. Andere sahen an diesen Stellen «Kanäle»; PICKERING konnte feststellen, dass das Licht von den dunklen Zonen nicht polarisiert wurde, im Gegensatz zu dem, was man über einem Ozean erwartet würde (HOYT 1976, p.63). Demzufolge hielten die meisten Beobachter die dunklen Zonen für Vegetationsflächen, umso mehr, als je nach Mars-Jahreszeit leichte Veränderungen der Farbtönung und -intensität auftreten. Diese Vorstellungen behaupteten sich noch bis in die 60-er Jahre unseres Jahrhunderts (z.B.

HOYLE 1963) und verschwanden erst im Zeitalter der Raumfahrt (Mariner IV, 1965, Mariner VI und VII, 1969).

Es war bekannt, dass Venus, Mars, Jupiter und Saturn von einer Atmosphäre umgeben sind. Mehrheitlich wurde angenommen, dass Merkur frei von einer Atmosphäre sei, obschon man sich darüber nicht ganz einig war. Erst Anfang des 20. Jh. liessen die spektroskopischen Beobachtungen von SLIPHER (1902-1905) auch eine Atmosphäre auf Uranus und Neptun erkennen. Die Zusammensetzung der planetarischen Atmosphären konnte theoretisch mit der Spektroskopie bestimmt werden, stiess aber auf ein praktisches Hindernis: die Erde ist selbst von einer Atmosphäre umgeben; wie soll man aber eine planetarische Spektrallinie von Sauerstoff oder Wasserdampf von einer terrestrischen unterscheiden können? Eine wenig befriedigende Lösung besteht darin, den Mond zu betrachten, der mit Sicherheit frei von Atmosphäre ist. Man erhält so ein Referenzspektrum mit «tellurischen» Spektrallinien aus der Erdatmosphäre, die dem Sonnenspektrum überlagert ist. Erscheinen nun die korrespondierenden Strahlen im Planetenspektrum verstärkt, so heisst das, dass die gesuchten Moleküle tatsächlich in der planetarischen Atmosphäre vorkommen. Die Schwierigkeit besteht darin, dass die tellurischen Strahlen mit der Mächtigkeit der Luftsicht, die vom Licht durchquert wird, und somit mit der Höhe des Objekts über dem Horizont, variiert. Um die Methode korrekt anzuwenden, müssen Mond und Planet genau mit der gleichen Höhe über dem Horizont gemessen werden; auf der andern Seite sind sehr feine Unterschiede in der Strahlintensität auf fotografischen Spektren schwer zu beurteilen. P. LOWELL hatte nun eine geistreiche Idee, um Strahlen planetarischen und tellurischen Ursprungs zu unterscheiden. Mit dem Dopplereffekt kann erreicht werden, dass die planetarischen Strahlen im Vergleich zu den tellurischen, die im Spektrum stets den gleichen Platz einnehmen, gegen rot oder blau verschoben werden. Dazu muss der Planet in dem Moment beobachtet werden, wo seine Relativgeschwindigkeit zur Erde am grössten ist, d.h. wenn er im Quadranten steht (Figur 1). Die Strahlen

des Planeten sind dann gegen die tellurischen im Spektrum verschoben und lassen sich unzweideutig messen.

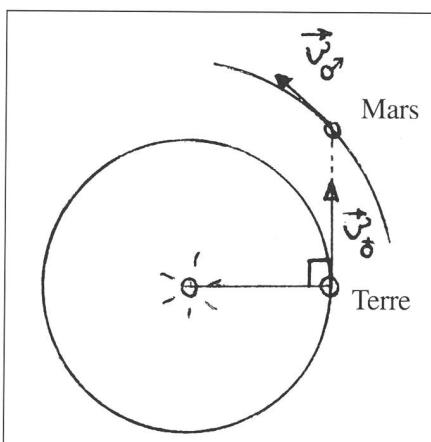
Unglücklicherweise erscheinen die Linien von Wasserdampf (und molekularem Sauerstoff) nur im fernen Rot, über 6900 \AA , und für diese Wellenlängen waren die damaligen Fotoplatten sehr wenig empfindlich! Auf beharrliches Drängen von LOWELL unternahm SLIPHER 1904-1905 dennoch Experimente an Mars und Venus; es gelang ihm aber nicht, Wasserdampf in der Atmosphäre dieser beiden Planeten nachzuweisen. Dieser Befund fand seither seine Erklärung: Die Atmosphäre des Mars besteht ausschliesslich aus Kohlensäuregas, aber eine minimale Konzentration von Wasserdampf (Grössenordnung 10^{-5} der flüchtigen Stoffe) wird vor allem über den Polkappen beobachtet (SPINRAD et al. 1963).

Um diesen «tour d'horizon» noch mit einer interdisziplinären, aber gut zu unserem Thema passenden Bemerkung zu beenden, sei daran erinnert, dass CHARLES DARWIN 1859 seine Theorie über die Entstehung der Arten veröffentlicht hat.

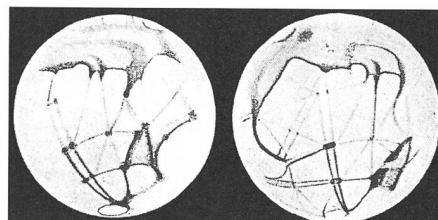
3. Die Marskanäle und ihre Geschichte

3.1 Entstehung und Entwicklung

Viele Beobachter haben im 19. Jh. den Mars gezeichnet und kartografiert, ohne das zu sehen, was man später «Kanäle» nannte; unter ihnen waren die Deutschen BEER und MÄDLER zwischen 1830 und 1832 in Berlin, Hochwürden DAWES gegen 1867 in England, sowie Pater SECCHI in Italien. Dieser hat 1863 den Ausdruck «canali» verwendet, um gewisse Konfigurationen auf seiner Marskarte zu verdeutlichen. Dieser Ausdruck hatte für ihn eine wenig präzise Bedeutung, denn auch die Syrcis Major, ein charakteristischer dreieckiger Fleck, der sogar mit den kleinsten Instrumenten zu erkennen ist, hat er so bezeichnet.

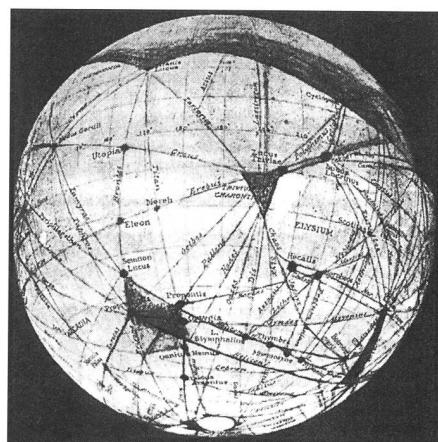


Figur 1:
Optimale Stellung von Erde und Mars zur Detektion von Wasserdampf in der Marsatmosphäre. Die Relativgeschwindigkeit ist maximal, der Dopplereffekt erlaubt, die Spektrallinien der irdischen von jenen der Marsatmosphäre zu trennen.



Figur 2:
Zeichnung des Mars nach SCHIAPARELLI vom 27. Mai und 2. Juni 1888 mit dem 18 Zoll Merz Refraktor des Observatoriums von Brera. (Quelle: SHEEHAN 1988, S. 125).

Die «Entdeckung» der Kanäle ist SCHIAPARELLI, dem damaligen Direktor des Observatoriums in Mailand, zu verdanken. 1877 sah er mit seinem 22 cm Refraktor feinste dunkle Linien, die sich auf den ockerfarbenen Zonen des Mars abzeichneten. Diese Linien waren regelmässig und geradlinig und schienen den Grosskreisen der Marskugel zu folgen (Figur 2). SCHIAPARELLI betrachtete sie nicht ohne weiteres als künstliche Gebilde, sondern vermutete, dass es sich um ungewöhnliche geologische Formationen handeln könnte; zu ihrer Bezeichnung verwendete er den Ausdruck «canali», was für ihn nicht «Kanal», sondern nur Linie bedeutete. Nicht vor 1893 erwog er auch die Möglichkeit, dass es sich um richtige Kanäle handeln könnte.



Figur 3:
Marsglobus nach den Beobachtungen von LOWELL. (Quelle: HOYT 1976, S. 81).

Es war schwierig, die Kanäle zu sehen, denn sie zeigten sich i.a. nur während einem Sekundenbruchteil, dank einer momentanen Beruhigung der atmosphärischen Turbulenz. SCHIAPARELLI war indessen nicht der einzige, der sie sah; auch CAMILLE FLAMMARION hat sie zusammen mit seinem Assistenten E.-M. ANTONIADI zwischen 1893 und 1902 in seinem Observatorium von Juvisy beobachtet. Die eifrigsten Rivalen fand SCHIAPARELLI aber in den Vereinigten Staaten. PERCIVAL

LOWELL, ein reicher Geschäftsmann aus Boston, hatte in Flagstaff (Arizona) sein privates Observatorium errichtet. Sein vornehmliches Ziel war die Erforschung des Planeten Mars. Angefeuert von den Thesen FLAMMARIONS über die Pluralität der bewohnten Welten, hat er sich seit 1894 leidenschaftlich den astronomischen Beobachtungen gewidmet. Er und seine Assistenten A.E. DOUGLAS, dann die Brüder V.M. und E.C.

SLIPHER sahen die von SCHIAPARELLI beschriebenen Kanäle und noch viele weitere, bis sie schliesslich über 700 zählten! Ein anderer Assistent von LOWELL, W.-H. PICKERING hat im Gegenteil diese Kanäle anscheinend nie deutlich gesehen, mindestens nicht in der Gestalt, die ihnen LOWELL gegeben hat (Figur 3).

1879 entdeckte SCHIAPARELLI, dass gewisse Kanäle zweigeteilt erscheinen und nannte dieses Phänomen «Geminatlon» (gemini, Zwillinge). Das Phänomen konnte sehr rasch, innerhalb von Tagen oder Stunden auftreten! SCHIAPARELLI zweifelte nicht an der realen Existenz seiner Beobachtung und bekräftigte dies bis in die 90er Jahre immer wieder, dann liess seine Sehschärfe nach und zwang ihn schrittweise, seine Beobachtertätigkeit aufzugeben. Die Flüchtigkeit der «Geminatlonen» war vielen suspekt; sie vermuteten, dass diese Erscheinungen illusionär seien, wie möglicherweise die Kanäle selbst. Aber später haben LOWELL und seine Assistenten behauptet, dass sie sie ebenfalls gesehen hätten.

Mehrere Forscher standen indessen der Theorie von den Marskanälen entschieden ablehnend gegenüber. Die Befürworter mussten also einen objektiven Beweis erbringen. LOWELL beauftragte deshalb einen Assistenten, C.O. LAMPLAND, den Mars zu fotografieren. Das war damals eine schwierige und heikle Aufgabe, die LAMPLAND mit bemerkenswertem Erfolg löste: er machte grossartige Aufnahmen, auf denen man, wie LOWELL versicherte, einige wichtige Kanäle und sogar gelegentlich ihre «Geminatlon» erkennen konnte. Der so eifrig gesuchte Beweis schien endlich gefunden.

3.2. Wendepunkt und Niedergang

Die Aufnahmen von LAMPLAND kamen reichlich spät: sie datieren von 1905, als schon zahlreiche Forscher sehr an der objektiven Realität der Kanäle zweifelten. 1907 haben P. LOWELL und E.C. SLIPHER noch weitere Aufnahmen gemacht. Die Bekanntmachung LOWELLS, dass es gelungen sei, die Kanäle zu fotografieren, wurde mit Interesse, aber auch mit einer gewissen Skepsis aufgenommen.

Tatsächlich erschwerte die Kleinheit der Negative und die Feinheit der Kontraste die Reproduktion der Filme und machte die Wiedergabe der einfachen und doppelten Kanäle unmöglich. Daher wurden fast keine seiner Fotografien veröffentlicht, und nur Privilegierte, die die Möglichkeit hatten, sich zur Prüfung der Original-Negative selbst nach Flagstaff zu begeben, konnten sich eine Meinung darüber bilden. Nur wenige Besucher sind von dort wirklich beeindruckt und überzeugt zurückgekehrt; nur die breitesten Kanäle waren sichtbar – wenn es sich nicht um eine zufällige Reihe von Körnern auf der Fotoplatte handelte – und auch ihre speziellen Merkmale waren nicht zu erkennen.

3.2.1. Die «Sehschwachen» und die Atmosphäre

Selbst wenn zahlreiche Beobachter die Kanäle und ihre «Geminatlon» sahen, unter ihnen der berühmte ANTONIADI, der später zum erbitterten Gegner der Theorie von den Kanälen wurde, so gab es viele andere, die sie nicht sahen. Unter ihnen ist E.E. BARNARD ein besonders eindrückliches Beispiel, da er auch mit den damals leistungsfähigsten Instrumenten nichts dergleichen entdeckte (Lick: 91 cm, Yerkes: 103 cm). Wie ist dieser Widerspruch zu erklären? Die Antwort von LOWELL auf diesen Einwand enthält zwei Überlegungen:

1. Die Sehschärfe. Nicht jedermann hat die nötige Sehschärfe, d.h. die Fähigkeit, feine planetarische Details zu unterscheiden. LOWELL betont, um allfällige Einwände zu entkräften, dass die Sehschärfe (Unterscheidungsvermögen) von der Lichtempfindlichkeit (Empfindungsvermögen) unterschieden werden müsse, und dass sich diese beiden Qualitäten im allgemeinen ausschliessen. Er zog diesen Schluss aus einer sehr persönlichen Theorie über die visuelle Wahrnehmung, einer ad hoc-Theorie, die seither widerlegt wurde. Aber für ihn galt, dass diejenigen, die die Kanäle nicht sahen, nicht über die richtige Sehschärfe verfügten, basta. Man erkennt hier ein berühmt-berüchtigtes Argument, das immer wieder seine Wirkung tut, nämlich das Argument der Weber im ANDERSEN-Märchen «Die neuen Kleider des Königs»: die Leute, die den wunderbaren Stoff nicht sahen, konnten nur Bauernlümmele sein und taten gut daran, zu schweigen. Man wird sich erinnern, dass es mehrere Kinder gegeben hat, die zu rufen wagten, der König sei nackt. Man sollte sich aber hüten, zwischen den Marskanälen und den Kleidern des Königs eine zu strenge Parallele zu ziehen,

denn letztere sind völlig illusorisch, während die ersten mit einer gewissen Realität in Verbindung stehen.

2. Der Einfluss der Atmosphäre. LOWELL war ein Bahnbrecher in Sachen Wahl astronomischer Standorte. Die damaligen Observatorien standen wegen des bequemen Zugangs in der Nähe von Städten, wo die Luftqualität schlecht ist. LOWELL wählte Flagstaff, wobei die Höhe von 2000 Meter und die Stabilität der Atmosphäre den Ausschlag gaben. Letztere ist besonders wichtig (mehr noch als die Höhe) für die Beobachtung von Planeten.

Aber selbst in Flagstaff ist die Atmosphäre in ständiger Bewegung, und die Änderungen des Brechungsexponenten der Luft haben zur Folge, dass das Bild im Fokus des Instruments hin und her verschoben wird, nämlich tangential (Bewegungen in der Fokalebene) wie auch radial (unbestimmte Defokalisation). Die kleineren Instrumente mit geringerem Auflösungsvermögen sind von Luftbewegungen relativ weniger betroffen als die grossen, da die atmosphärischen Störungen oft geringer sind als das theoretische Auflösungsvermögen. Grosses Instrumente haben eine von den atmosphärischen Turbulenzen begrenzte Bildschärfe, und nur selten und in kurzen Momenten lassen sie alle Details erkennen, zu denen sie theoretisch befähigt sind. Aus diesem Grunde blendete LOWELL seinen 61 cm Refraktor auf 46 cm oder sogar auf 30 cm ab! Er empfahl ANTONIADI, der ihm von seinen Beobachtungen am grossen Refraktor vom Meudon (83 cm) berichtete, sein Instrument ebenfalls abzublenden, ohne Erfolg. Auf ANTONIADIS Zeichnungen vom Mars figurierten keine Kanäle. An der Stelle einiger LOWELLSCHER Kanäle fand ANTONIADI lediglich eine Reihe winziger verflochterner und unregelmässiger Flecken. Er legte seine Zeichnungen LOWELL vor und erhielt folgende Antwort: «Diese (Zeichnung) mit dem Vermerk «etwas zitternd» ist die beste und beeindruckt mich am meisten. Sie ist sehr beachtlich... Die andern scheinen mir nicht so gut, und da liegt die grosse Gefahr einer weiten Öffnung. Es entsteht ein Bild von scheinbar sehr guter Qualität, aber mit der kleinen, kaum wahrnehmbaren Störung, dass eine kontinuierliche Struktur in trügerische Flecken aufgelöst wird. Dieses Thema wurde bei uns eingehend studiert, und alle unsere Forscher pflichten mir bei».

Hier muss darauf hingewiesen werden, dass die Zeichnungen, die von LOWELL für «nicht so gut» befunden wurden, nach ANTONIADIS Urteil «mittelmässig, ausgezeichnet oder sogar her-

vorragend» sind, und tatsächlich zu den besten gehören. Es ist denkbar, dass eine relativ stark residuelle, chromatische Aberration LOWELL gezwungen hat, sein Instrument abzublenden, während ANTONIADI sowohl aus der grossen Öffnung seines Instruments, als auch von einer chromatisch besser korrigierten Optik Vorteile gezogen hat.

3.2.2. Weitere Anti-Kanal-Argumente

Leistung der grossen Instrumente: 1909 zog ANTONIADI Bilanz über seine Beobachtungen am grossen Refraktor von Meudon: danach sind von SCHIAPARELLIS Kanälen

- 70% nur unregelmässige, mehr oder weniger kontinuierliche oder fleckige Schattenspuren, verschieden in Grösse und Aussehen,
- 21% ausgefranste Ränder von Grauzonen,
- 9% bloss sonderbare, isolierte oder komplexe «Lachen».



Figur 4:
Das Gebiet Elysium nach SCHIAPARELLI beobachtet zwischen 1877 und 1890 mit einem 22 und 49 cm Refraktor (links); dasselbe Gebiet beobachtet von ANTONIADI um 1909, 1911, 1924 und 1926 mit dem 83 cm Refraktor von Meudon (rechts). (nach ANTONIADI 1930, S. 29).

Diese Resultate wurden im gleichen Jahr von HALE mit dem 1.52 m Instrument auf Mount Wilson bestätigt (Figur 4).

1910 wurde von BARNARD hervorgehoben, dass die grossen Instrumente trotz atmosphärischer Unruhe für Doppelsterne ein besseres Auflösungsvermögen haben als die kleinen. Was für Doppelsterne gilt, dürfte auch auf die planetarischen Feinheiten zutreffen, und das oben erwähnte, zweite Argument von LOWELL würde dadurch entkräftet.

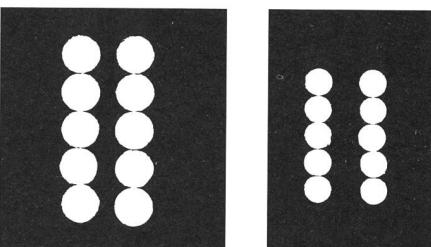
Einfluss der Brechung.

In «La planète Mars» lenkt ANTONIADI die Aufmerksamkeit auf den Einfluss der Lichtbrechung bei der Erkennung von planetarischen Details: entgegen dem, was wir auf den ersten Blick erwarten würden, bestätigt sich nämlich, dass gewisse Einzelheiten mit kleinen Instrumenten feiner (schlanker) zu sehen sind als mit grossen.

Prüfen wir einmal objektiv den Fall eines Doppelsterns abwechselnd mit einem grossen und einem kleinen Instrument: jeder Stern zeigt ein Beugungsscheibchen, dessen Durchmesser umgekehrt proportional zur Öffnung des Instrumentes steht (Figur 5a): man erkennt sofort, dass der dunkle Zwischenraum, der die Scheibchen trennt, beim kleinen Instrument schmäler ist als beim grossen. Stellen wir uns eine verti-



Figur 5a:
Beugungsbilder eines Doppelsternes, links durch ein kleines, rechts durch ein grosses Instrument bei gleicher Vergösserung gesehen.



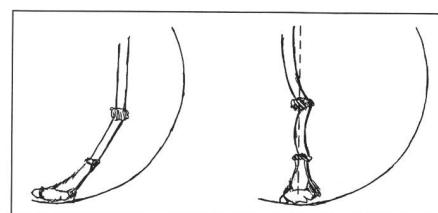
Figur 5b:
Gleiche Beugungsbilder wie in Figur 5a, aber in einer fiktiven Serie überlagerter Bilder; man beachte, wie sich der «Kanal» im grossen Instrument (rechts) erweitert. Beobachtet man die Kanäle von SCHIAPARELLI mit einem grossen Teleskop, sieht man aber nach ANTONIADI keine breiten Streifen, die aufgrund des Beugungseffektes entstehen sollten: man sieht nichts als z.B. einen unregelmässigen schwachen Rand (ANTONIADI 1930, S. 27).

kale Doppelsternreihe vor (Figur 5b), so erkennt man ohne weiteres, dass im kleinen Instrument der dunkle, trennende Abstand zwischen den Reihen ebenfalls schmäler ist als im grossen. Übertragen wir diese Vorstellungen auf die Marsoberfläche, so entsprechen die Sterne den hellen Flächen, der schwarze Hintergrund des Himmels den dunklen Flächen. Ein allenfalls sichtbarer «Kanal» zeigt sich als relativ breites Band in einem grossen Instrument, aber als feine Linie in einem kleinen.

Diese Beobachtung ist ein wichtiger Hinweis auf den illusorischen Charakter der Kanäle. Einen Beweis für derartige Effekte der Lichtbrechung liefert die Cassinische Teilung des Saturnrings, die sich in einem grösseren Objektiv beträchtlich «erweitert», was mit dem Brechungsgesetz übereinstimmt (ANTONIADI 1930).

Die Gesetze der Perspektive:

Der englische Astronom MAUNDER, der in der Kontroverse um die Kanäle immer eine ausgesuchte Höflichkeit zeigte, aber gleichzeitig Zeugnis von seinem gesunden Menschenverstand ablegte, machte 1894 darauf aufmerksam, dass die scheinbar geradlinigen Kanäle den Gesetzen der Perspektive widersprechen. So sollte sich ein am Rand der Scheibe gelegener, geradliniger Kanal beim Passieren des zentralen Meridians krümmen, wie dies Figur 6 von ANTONIADI (1930) zeigt. Dies trifft aber nicht zu.



Figur 6:
Die Kanäle und die Gesetze der Perspektive. Links, scheinbares Aussehen des Kanals Euphrates-Arnon im Juni 1888. Rechts, die Form während seines Durchgangs durch den Zentralmeridian (nach ANTONIADI 1930, S. 28).

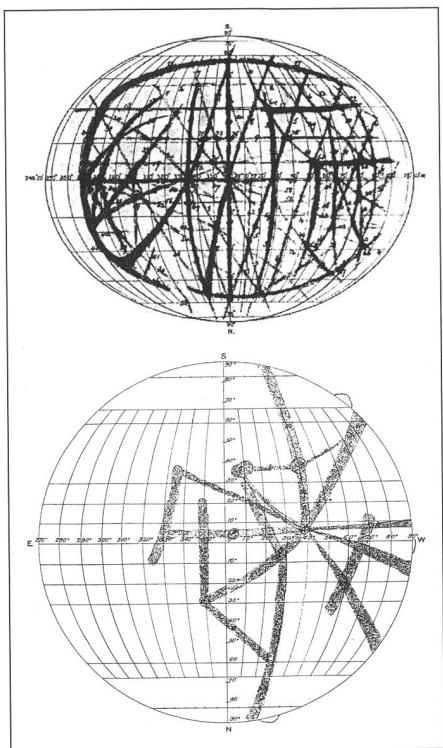
Ein wenig Psychologie:

1930 machte MAUNDER einen Test mit 200 Schulkindern: er zeigte ihnen aus grosser Entfernung Marsbilder ohne die ominösen Kanäle und verlangte von ihnen, sie zu zeichnen. Dabei haben die meisten Kinder auch gerade Linien hinzugezeichnet, die im Modell gar nicht vorhanden waren. CAMILLE FLAMMARION wiederholte das gleiche Experiment mit kleinen Franzosen, konnte aber MAUNDERS Versuche nicht bestätigen und blieb überzeugter Anhänger der aussergewöhnlichen Gravuren (Kanälen) auf dem Planeten.

DOUGLAS, ein Assistent von LOWELL und bislang begeisterter Kanalist, begann zu ahnen, dass die Kanäle illusorischer Natur seien und schickte sich an, artifizielle Planeten zu beobachten, indem er Scheiben in etwa einer Meile Entfernung vom Observatorium aufstellte. So konnte er sich überzeugen, dass viele sog. Kanäle auf Täuschung beruhten. Damit erregte er aber das Missfallen LOWELLS, der ihn nach einigen ärgerlichen Vorfällen entliess. Gleichwohl kam LOWELL zur Einsicht, dass die Schlussfolgerungen von DOUGLAS eine gewisse Berechtigung haben.

Die Kanäle von Merkur, Venus, etc.:

Eigenartigerweise fand LOWELL gerade Linien nicht nur auf dem Mars, sondern 1896 auch auf dem Merkur und vor



Figur 7:
Karten von Merkur und Venus nach LOWELL.
(Quelle: HOYT 1976, S. 116, und Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 57 [1897], S. 148).

allem auch auf der Venus (Figur 7)! LOWELL behauptete, dass diese Linien nicht artifiziell aussehen wie auf dem Mars, sondern eher Bruchlinien in der Oberfläche darstellen, die durch Einwirkung intensiver Sonnenhitze entstanden sind...

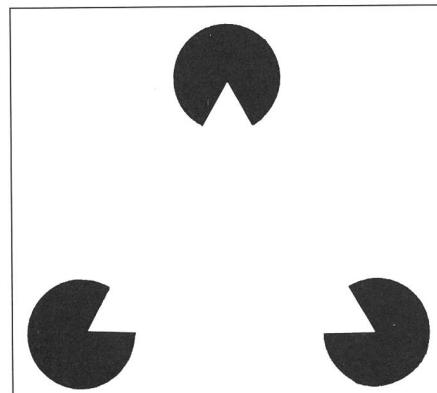
Er glaubte, die Resultate SCHIAPARELLIS bestätigen zu können, nach denen Merkur der Sonne stets die gleiche Seite zukehrt und seine Bahn einen Librationseffekt zeigt (die Umlaufbahn des Merkurs ist sehr exzentrisch)

Die radialen Linien auf der Venus waren der Tropfen, der das Gefäß zum Überlaufen brachte und Skepsis in weiten Kreisen auslöste. Die Venus bot aber immer dasselbe Bild, als ob sie nicht nur der Sonne (wie man damals glaubte), sondern auch der Erde stets die gleiche Seite zukehrte! Eine befriedigende Erklärung gab es hiefür nicht, und somit liess sich LOWELL überzeugen, die DOUGLAS'schen Experimente mit künstlichen Planeten aufzunehmen. 1901 stellte er auf einer Atrappe einen doppelten Kanal fest, dort, wo in Wirklichkeit eine breite dunkle Fläche war. 1902 widerrief er das Resultat seiner Venusbeobachtungen im selben Blatt, in dem er es zuvor veröffentlicht hatte, und räumte ein, dass ähnliche Figuren auch auf künstlichen Planeten erscheinen können, wo tatsächlich keine vorhanden sind (SHEEHAN 1988, p. 229). Merken wir

uns schliesslich, dass die Linien auf der Venus am besten bei verhältnismässig stark abgeblendeten Objektiven (3-4 Zoll, ca.8 cm)! zu sehen waren.

Psychologie der Wahrnehmung:

W. SHEEHAN (1988) vermerkt, dass die Interpretation eines a priori unbekannten Bildes sehr schwierig ist, denn das Gehirn strebt immer danach, die Wahrnehmungen des Auges in eine bekannte, familiäre Kategorie einzuordnen. Daher hat die vorgefasste Meinung eine so grosse Bedeutung. Ehemals hielt man die andern Planeten (inklusive den Mond) als Zwillingsgeschwister unserer Erde, und man sah auf ihnen Meere, Ozeane, Wüstengebiete und Vegetationszonen. SHEEHAN glaubt sogar, dass die auf Planetenkarten verwendete Nomenklatur unbewusst das Bild, das sich die Beobachter vom Planeten machten, beeinflusste. Endlich weist er darauf hin, dass sich SCHIAPARELLI auf eine Beamtenlaufbahn als Wasserbauingenieur vorbereitet hat, bevor er sich der Astronomie zuwandte und es deshalb naheliegend fand, die Marskanäle und ihre Interpretation als Irrigationssystem auf diesem Hintergrund zu sehen.



Figur 8:
Dreieck von KANIZSA. (Quelle: SHEEHAN 1988, S. 263).

Übrigens können bei der visuellen Wahrnehmung mindestens zwei verschiedene optische Täuschungen auftreten

- Unser Bewusstsein ergänzt lückenhafte Konturen und vervollständigt eine betrachtete Figur. Ein Beispiel hiefür ist das Dreieck von KANIZSA (1974, zitiert nach SHEEHAN 1988) in Figur 8.
- Noch subtiler sind die Illusionen, die an eine sehr kurzfristige Wahrnehmung gebunden sind. Tatsächlich waren ja die Marskanäle immer nur während den kurzen Augenblicken zu sehen (typischerweise 1/8 sec, nach

ANTONIADI), in denen die Atmosphäre für ein einwandfreies Bild genügend ruhig war. Diese «flashes» sind ähnlich dem, was ein «Tachystoskop» ($\tau\alpha\chi\delta\varsigma$ = schnell) erzeugt, ein Instrument, das von Psychologen seit Anfang dieses Jahrhunderts zum Studium sehr kurzer Wahrnehmungen verwendet wird. SHEEHAN bezeichnet mit dem Ausdruck «tachystoskopischer Effekt» die kurzen Augenblicke, in denen der Planet alle Einzelheiten zeigt, die man im Teleskop sehen kann. Das Gehirn muss nun die Konfiguration in Form von bekannten, elementaren Bildern ordnen (wie das Gehör einzelne Worte zu einem Satz ordnet), was sehr schnell geschehen muss. Daraus resultieren Form und Abstraktion des flüchtig wahrgenommenen Bildes, und so wird auch das Erscheinen von Kanälen verständlich. SHEEHAN fand in den Archiven von LOWELLS Observatorium ein Beispiel für den «tachystokischen Effekt». LOWELL zeichnete in rascher Folge sozusagen Momentanaufnahmen vom Mars, worauf man dunkle Felder und Kanäle sieht, deren Form und Lage aber von Bild zu Bild deutlich verschieden sind.

Die geometrischen Strukturen des Mars wären somit mit einer sog. Vor-Wahrnehmung verbunden, wie dies von den Psychologen FLAVELL und DRAGUNS beschrieben wurde (1957, zitiert von SHEEHAN 1988): «Von besonderem Interesse ist der Zustand, der einer endgültigen und dauerhaften Wahrnehmung unmittelbar voransteht. In dieser «Vorgestalt» oder Phase der Präkonfiguration hat das Individuum eine sehr flüchtige «Probegestalt» entworfen, die nach Form und Inhalt regelmässiger und einfacher ist als die nachfolgende definitive Gestalt. Die Bildung dieser Vorgestalt ist entschieden mit Erwartungsdruck verbunden...». SHEEHAN sieht darin eine Parallele zu einer Aussage SCHIAPARELLIS, der 1888 in bezeichnender Weise schrieb: «Welch seltsame Konfusion! Was bedeutet all das? Offensichtlich gibt es auf dem Planeten feste, geographische Formen wie auf der Erde... Eines Tages wird alles auf dem Konto der grotesken Vielecke und Geminationen verschwinden, doch werden sie sich bestimmt wieder sammeln und ihren Platz verteidigen. Ich halte das für eine plumpa und lächerliche Maskerade» (Brief an F. TERBY, zitiert nach SHEEHAN 1988, p 272).

Die Kanäle sind demnach nicht nur die Summe und die Interpolation von zu kleinen Details, die man einzeln nicht sieht. Sie sind eher das Resultat einer provisorischen, unbewussten Verarbeitung einer visuellen Wahrnehmung.

Deshalb verkörpern sie nicht notwendigerweise genau die Marsgestalt (wenige Kanäle entsprechen übrigens bestimmten Formen), aber sie haben trotzdem eine sachliche Grundlage, deren Sinnbild oder Sammelbegriff sie gewissermassen sind.

Wir kommen zum Schluss, dass die Marskanäle durchaus Kunstprodukte sind, wie LOWELL und andere behaupteten; nur sind sie nicht von Marsbewohnern gegraben worden, sondern entpuppen sich als Artefakt unserer Wahrnehmung.

4. Die Kanäle und das extraterrestrische Leben

4.1. Die Marstheorie von LOWELL

Trotz seines Eigensinns, die Marskanäle als Werk der Marsbewohner zu betrachten, hat sich LOWELL grosse Verdienste um die Astronomie erworben. Insbesondere ist er der Bahnbrecher auf dem Gebiet der Planetologie (der Ausdruck stammt von ihm), d.h. vergleichender Studien der Planeten und ihrer Entstehung, obschon seine Vorstellungen verständlicherweise noch ziemlich naiv und unvollständig waren.

Nach ihm hat sich der Mars rascher entwickelt als die Erde, weil er kleiner ist und sich demzufolge rascher abgekühlt hat (unter der Annahme, dass die Planeten anfänglich flüssig und glühend waren). Er hielt den Mars für wasserarm (zu Recht übrigens) und im Zustand fortgeschritten Verödung. Nachdem er erkannt hatte, dass die dunklen Zonen keine Ozeane sind (nach ihm eher weite, vegetationsreiche Flächen), folgerte er, dass das ganze verfügbare Marswasser auf den Polkappen konzentriert sei und mit Einsetzen des Marssommers beträchtlich abschmelze. Er glaubte nicht an die Auffassung, dass die Kalotten aus Kohlensäureschnee bestehen (was damals schon vermutet und seither von den Sonden Mariner und Viking bestätigt wurde), sondern hielt sie für ideale Wasserreservoir zur Bewässerung der Marswüsten. Die von der Erde aus gesehenen Kanäle könnten ein künstliches Bewässerungssystem darstellen: was aber von der Erde aus zu sehen ist, wären nicht die schmalen Kanäle selbst, sondern die beidseitig bewässerten Vegetationsstreifen, wie bei vereinzelten Flüssen auf der Erde, z.B. dem Nil.

Die Theorie LOWELLS ruhte auf zwei Pfeilern:

1. Die physikalischen Bedingungen auf der Marsoberfläche lassen sich mit der Gegenwart von Leben vereinbaren.
2. Es gibt Anzeichen für die aktuelle Existenz von Leben in irgend einer Form auf dem Mars.

Der erste Pfeiler war an die Bedingung geknüpft, dass eine Marsatmosphäre existiere. Dies schien umso gewisser, als man eine saisonale Vergrößerung und Verkleinerung der Polkappen verfolgen konnte, was auf das Vorhandensein von Wasserdampf hinzwies. Die Bewertung der Marstemperatur gründete LOWELL hauptsächlich auf das Argument von den Polkappen aus Eis und Schnee (nicht aber Kohlensäureschnee). Mit der Annahme einer mittleren Temperatur von 9° überschätzte er sie deutlich, da in Wirklichkeit sibirische Kälte herrscht. Unter der Voraussetzung, dass die physikalischen Bedingungen auf dem Mars für das Leben günstig seien, musste LOWELL mit Darwinscher Logik oder wenigstens als Anhänger der evolutionären Theorie im populären Sinn annehmen, das Leben habe sich dort spontan entwickelt.

Der zweite Pfeiler ruhte wohlverstanden auf den Kanälen selbst, die als Beweis für entwickeltes und intelligentes Leben galten; aber er ruhte noch auf solideren Grundlagen, wie z.B. auf der saisonalen Farbänderung der dunklen Flächen.

Diese Änderung wurde mit dem jahreszeitlichen Zyklus der Vegetation erklärt (verbreitete Ansicht bis in die 60-er Jahre unseres Jahrhunderts). Damals huldigte fast jedermann, ANTONIADI mit eingeschlossen, dem Glauben an irgend eine Form von Leben auf dem Mars, bis die Raumfahrt damit aufräumte.

Während des Marsfrühlings scheinen sich die dunklen Ebenen zu verfinstern, die Farbtöne zu verstärken, während sie im Herbst gegen grau und braun abbllassen. LOWELL bemerkte, dass eine Art «Welle der Verfinsterung» von der Polkappe ausging und sich gegen den Äquator hin ausbreitete, umgekehrt als auf der Erde, wo der Frühling im Süden weiter fortgeschritten ist als im Norden.

LOWELL brachte dies mit der Bewässerung in Verbindung: beim Abschmelzen der Polkappen werden die polnahen Regionen zuerst bewässert und «blühen» zuerst, die Äquatorialzonen folgen später. Außerdem werden die Kanäle selbst erst im Frühjahr und Sommer mit der «Welle der Verfinsterung» nach und nach sichtbar. Dies verleitete LOWELL zur Annahme, dass man nicht die Kanäle selbst, sondern die Vegetationsstreifen entlang der Ufer sehe. Man sah auch Oasen an den Kreuzungsstellen von mehreren Kanälen: LOWELL interpretierte sie als richtige Oasen mit Vegetation.

LOWELL hob den Mangel an Wasser und die fortgeschrittene Verödung des Mars hervor und machte folgende Überlegung: wenn es auf dem Mars intelligente Wesen gibt, so müsste ihr Hauptanliegen die Bewässerung sein,

und das ist genau das, was wir beobachten können. Daher muss es auf dem Mars intelligentes Leben geben. Und weil der Mars «älter», d.h. weiter entwickelt ist als die Erde, folgt, dass die Marsbewohner dem Menschen überlegen sind, da ja ihre Evolution entsprechend weiter fortgeschritten ist.

Wie erklärt man aber heute die saisonalen Veränderungen der Farbtönung auf den dunklen Flächen? Man weiss, dass es sich nicht um Vegetation handelt, sondern glaubt, dass jahreszeitlich wechselnde Winde Sand und Staub auf dem Boden des Planeten verfrachten. Blau- und Violettverfärbungen der dunklen Flächen werden eher der Kontrastwirkung von Komplementärfarben zugeschrieben, als einer tatsächlichen Farbveränderung.

Abschliessend sei noch erwähnt, dass LOWELL seine Theorie vom Leben auf dem Mars bereits 1894 aufgestellt hatte, nur zwei Monate nach Beginn der Beobachtungen in seinem Observatorium in Flagstaff.

4.2. Volkswirtschaft und Soziologie auf dem Mars

Die Allgegenwart von Marskanälen setzt natürlich eine planetarische Organisation voraus, und es ist amüsant zu erfahren, was verschiedene Autoren darüber dachten.

Allen voran LOWELL, der betonte, dass die Marsbewohner nicht nur sehr intelligent, sondern auch friedliebend seien und sich durch Einigkeit auszeichnen: Kriege gibt es sicher nicht. In Bezug auf die soziale Struktur gehen die Meinungen auseinander. EDWARD H. CLEMENT, ein gelehrter Chefredaktor einer Bostoner Zeitung, schrieb 1907 ein Gedicht, mit dem «Das Evangelium von Mars», in dem er die Theorie von LOWELL und ihre sozialen Konsequenzen erörterte, nämlich die Abschaffung der Grenzen und der Klassen gesellschaft. Sein Gedicht bewegte sich ganz auf der Linie des Liedes «Imagine», das ca. 65 Jahre später von JOHN LENNON geschrieben wurde. Voll jugendlichem Enthusiasmus sandte CLEMENT sein Gedicht an LOWELL und schrieb dazu: «Ich werde zeigen, weshalb Mars die blutrote Fahne des Sozialismus durch den Himmel trägt!» Für LOWELL hatte hingegen die Marsgesellschaft nichts Demokratisches; sie sollte von einer Elite regiert werden, einer Art höheren Kaste. Jeder Marsbewohner hätte seinen angewiesenen Platz, wo seine Fähigkeiten am besten genutzt sind. Die Trockenheit ruft nach strengen Gesetzen, die Gesellschaft kennt die Todesstrafe. Die Nationen und die Kriege sind abgeschafft. Eine einzige Regierung kontrolliert die ökonomischen Aktivitäten auf dem ganzen Plane-

ten. LOWELL zieht daraus die Lehre: wenn die Einigkeit für die Marsbewohner so vital ist, so ist sie dies nicht weniger für uns Erdbewohner, Zwietracht führt zu Misserfolg. In der Anspielung auf den Mars erkennt man die oberste Devise aller Imperien seit dem Turm von Babel bis hin zu den modernen Grossmächten. In der Bemerkung LOWELLS steckt aber auch eine sozio-darwinistische Pointe: «wir können ganz sicher sein, dass in der Marswirtschaft nur die Tüchtigsten überlebt haben!» (HOYT 1976, p.289).

Statt uns ein Evangelium zu verkünden, scheint uns Mars eher mit menschlichen Ideologien, von den utopischsten bis zu den zynischsten zu beglücken, wobei diejenige von LOWELL seltsam aktuell anmutet. Danach ist Mars vielleicht doch ein Lehrmeister, indem er unsere Träume von Grösse oder Solidarität nährt.

Für LOWELL war übrigens der rote Planet tatsächlich eine Art Lehrmeister und Prophet für unsere eigene Zukunft. Nach seinen Vorstellungen ist er «älter» als die Erde, d. h. in der Evolution weiter fortgeschritten, wenn nicht sogar früher entstanden. Denkbar ist, dass die raschere Alterung des Planeten Mars die biologische Evolution durch effizientere Elimination der Schwachen beschleunigt hat. Daraus würde folgen, dass sein heutiger Zustand dem zukünftigen Zustand der Erde ähnlich wäre. Der Mars gäbe uns also Einblicke in unsere eigene Zukunft oder wenigstens in den künftigen geologischen Zustand unseres Planeten. Überdies könnte er so etwas wie ein Abbild unserer eigenen sozialen und politischen Nachwelt sein. Interessanterweise glaubte LOWELL, dass seine Mars-Theorie nur von Gegnern neuer Ideen und von anti-progressiven Wissenschaftlern bekämpft werde. Wie schillernd ist doch, je nach Zeit und Umständen, der Begriff «progressiv»!

Der Psychiater SHEEHAN war der Ansicht, dass der Planet Mars für LOWELL eine Art Eldorado war, an das er eine gewisse Nostalgie vom verlorenen Paradies knüpfte. Das ist sehr wohl möglich, denn seine Extraterrestrischen – immer als höhere Wesen gedacht – bildeten in Wirklichkeit etwas wie eine reale Ersatzgottheit. Hierher gehören auch LOWELLS Reisen in den fernen Osten. Er interessierte sich für Shinto und andere okkulte Praktiken dieser Völker, wie wenn er einen unerreichbaren Gral gesucht hätte, den er vielleicht in seinen imaginären Marsbewohnern zu finden glaubte. Die beiden andern bekannten Meister der Kanäle, FLAMMARION und SCHIAPARELLI waren in dieser Beziehung nicht besser, denn beide interessierten sich sehr für Spiritismus (FLAMMARION 1910, SHEEHAN 1988, BRIS 1994). MAUNDER

zeichnete sich anderseits durch einen einfachen Christenglauben aus, hatte keine Existenzprobleme und war mit seinem guten Menschenverstand wohlgerüstet, dem Mythos zu widerstehen.

5. Gibt es moderne Marskanäle?

Man kann sich fragen, ob und in welchem Mass der modernen Astrophysik noch gewisse Vorstellungen vom Gedankengut der Marskanäle anhaften, obschon sie sich als weitgehend illusorisch herausgestellt haben. Eine Antwort zu geben ist schwierig, und erst mit der Zeit werden sich klare Meinungen über die eine oder andere Interpretation der Beobachtungen bilden. Die Technik der astronomischen Forschung hat sich in den Jahren 1877-1909 stark gewandelt; derzeit beobachtet fast niemand mehr direkt am Okular. Früher hat der Forscher das Bild gleichzeitig betrachtet und interpretiert; heute geschieht dies in zwei getrennten Schritten (Aufnahme und Bildbetrachtung), was die Kontrollen erleichtert. Die Hypothesen der Astrophysiker bleiben aber gleichwohl bedeutungsvoll, beruhen aber heute auf vertieften Erkenntnissen. Wohlgerichtet, auch die objektiv genauesten Beobachtungen können auf verschiedenste Weise interpretiert werden.

Ohne sich den extremen Vorstellungen von HANNES ALFVÉN anzuschliessen, einem Physiker, der praktisch die ganze heutige Kosmologie als einen modernen Mythos ohne wirklichen wissenschaftlichen Wert betrachtet, kann man vielleicht doch da und dort verdächtige astronomische Mythen entdecken, die indessen eine kleinere Schar Anhänger haben als seinerzeit die Martianer:

- Die Gruppen von Quasaren und Galaxien mit unterschiedlicher Rotverschiebung sollen nach HALTON ARP zeigen, dass der Grad der Verschiebung nicht zwingend mit ihrer Distanz zusammenhängt. ARP legt z.B. Aufnahmen eines Quasars vor, der am Ende eines Spiralarms einer Galaxie liegt und dessen Rotverschiebung beträchtlich über derjenigen der Galaxie liegt. Nach der klassischen Interpretation mit dem Hubble-Gesetz würde das heissen, dass der Quasar in Wirklichkeit viel weiter entfernt wäre als die Galaxie und dass die Nähe der Objekte durch die Perspektive vorgetäuscht wird, wie dies bei optischen Doppelsternen der Fall ist. ARP dagegen ist der Auffassung, dass eine physische Nachbarschaft vorliege und dass die Rotverschiebung eine andere – noch zu entdeckende – Ursache habe, als die Expansion des Universums. Er be-

hauptet auch, dass die Quasare häufiger in der Nähe von Galaxien anzutreffen seien (von deren Zentren sie ausgeworfen würden), doch die Probleme der Statistik und Beobachtung sind komplex; außerdem könnte das Phänomen auch mit der Wirkung einer Gravitationslinse erklärt werden. Ein Kollege aber, der in der Forschung über Gravitationslinsen gearbeitet hat, lässt die Argumente von ARP in Anbetracht der grossen Zahl Quasare, die man in der Tiefe des Alls findet, nicht gelten.

- Die Periodizität von Rotverschiebungen bei den Quasaren. Bei der Aufzeichnung eines Histogramms ($\tau\sigma\tau\delta$ = Struktur) der bei Quasaren gemessenen Verschiebungen haben gewisse Autoren eine höhere Frequenz gefunden als andere für die multiplen Ganzen einer gegebenen Verschiebung. Auf diese Merkwürdigkeit angesprochen gab mir ein Spezialist auf dem Gebiet der Quasare die unzweideutige Antwort: «ebenso gut könnten wir von fliegenden Untertassen sprechen!» Die Periodizität, vorausgesetzt sie sei real vorhanden, lässt sich wahrscheinlich mit einem Beobachtungsfehler erklären, und obendrein wechselt die Periodenzahl je nach Autor.

- Die interstellaren Bakterien von HOYLE und WICKRAMASINGHE: Diese Autoren haben die Struktur der interstellaren Staubkörner studiert und versucht, ihr Absorptionsspektrum im Ultravioletten und Infrarot mit der Anwesenheit von Bakterien zu erklären. Sie glauben, dass gewisse Charakteristika des interstellaren Absorptionsspektrums sich schlecht mit dem klassischen Modell von Körnern aus Silicium oder Kohlenstoff erklären lassen und viel eher den Spektren von Bakterien im Laboratorium ähnlich sind. In gewisser Hinsicht liegt hier eine Parallele zu den Marskanälen vor, über die ein anonyme Journalist (zitiert nach HOYT, 1976, p.89) schreiben konnte: «Prof. PERCIVAL LOWELL ist überzeugt, dass die Marskanäle artifiziell sind. Niemand kann ihm widersprechen». Ebenso schwierig ist es, HOYLE und WICKRAMASINGHE zu widersprechen, außer man kennt vielleicht alle Einzelheiten des Problems als routinierter Spezialist.

- Endlich muss hervorgehoben werden, dass LOWELLS Mars-Theorie stark von der Vorstellung extraterrestrischen Lebens gestützt wurde und dass die Akten darüber noch lange nicht geschlossen sind. Ein Jahrhundert ist verflossen, seit LOWELL mit

seiner Mars-Theorie grosses Aufsehen erregte. Wenn wir heute darüber lächeln, dürfen wir nicht vergessen, dass vor nur 30 Jahren der russische Astrophysiker KARDASHEV mit nicht weniger Spektakel ankündigte, intelligente Wesen auf der Radiogalaxie CTA 102 würden uns Signale senden (Paris-Match Nr. 837, 24. April 1965). Die Sache geriet aber rasch wieder in Vergessenheit.

6. Schlussbemerkungen

Wenn JEAN-MARC LÉVY-LEBLOND die falschen Theorien der Physik als Mittel zur Vertiefung des Verständnisses der wahren Theorien lobte, so verdient nicht weniger Lob der Mythos von den Marskanälen als Mittel zum besseren Verständnis des wissenschaftlichen Fortschritts. Wie lässt sich aber die Entstehung eines wissenschaftlichen oder pseudowissenschaftlichen Mythos vermeiden?

Die wissenschaftliche Arbeit bedient sich gewisser bewährter Grundsätze, und man tut gut daran, sich dessen zu entsinnen, selbst wenn sie nicht *a priori* ein Allheilmittel sind, denn oft erkennt man erst *a posteriori* den methodischen Fehler.

- Das Rasiermesser von OCKHAM (1290-1349) oder das ökonomische Prinzip. Danach hat die einfachste Theorie die grösste Chance, richtig zu sein. Die Idee von intelligentem Leben, extraterrestrisch auf dem Mars oder anderswo, verletzt dieses Prinzip frontal, weil sie erlaubt, sozusagen alles zu erklären, was man möchte.
- Die Konkurrenz oder die Verifikation durch andere.

Die Entdeckung eines Einzelnen oder einer Gruppe von Forschern muss sich von andern bestätigen lassen, um wahr zu sein. Dieses eine Kriterium hat aber im Fall der Marskanäle nicht genügt, denn SCHIAPARELLI war nicht der einzige, der Kanäle gesehen hat. Die Tatsache aber, dass mehrere erfahrene Forscher, und was noch schwerer wiegt, die best ausgerüsteten der Welt sie nicht gesehen haben, hätte früher aufhorchen lassen müssen. Der Wirbel um die «kalte Kernfusion» vor einigen Jahren ist in dieser Beziehung exemplarisch.

- Das Kriterium von POPPER.

In «Aux frontières de l'Astronomie» fasst FRED HOYLE (1956) dieses Prinzip mit einem Zitat von THOMAS GOLD zusammen: «Damit eine Theorie etwas wert sei, müsse sie vulnerabel sein». Und HOYLE fügt bei: «In der Wissenschaft besteht das Ziel nicht darin, eine Theorie mit soviel Klaußen zu versehen, dass sich ihr nie-

mand nähern kann, sondern eine Theorie aufzustellen, die sich der Kritik der Forschung allseitig aussetzt, ihr standhält und überlebt». Mit dieser Bemerkung zielt HOYLE nach der Theorie vom Big Bang, die von der beobachtenden Astronomie kaum geprüft werden kann!

Ein verbreitetes, wenn nicht gar grundsätzliches Charakteristikum von wissenschaftlichen Fehlern ist im wahrsten Sinn ihre «Unwiderlegbarkeit». Das beste Beispiel ist die Astrologie. «Ihr Temperament stimmt nicht mit ihrem Sternzeichen überein? Das liegt daran, dass es auf ihren Aszendenten ankommt»...und so fort mit ähnlichen Entgegnungen ohne Grenzen. Im Fall der Marskanäle entbehrt es nicht der Tragik, dass LOWELL bis ans Ende seines Lebens (1916) an seine Vorstellungen glaubte und sogar im Jahr seines Todes noch schrieb: «Denn seitdem die Theorie vom intelligenten Leben auf dem Planeten vor 21 Jahren erstmals ausgesprochen wurde, stand jede neue Entdeckung mit ihr im Einklang. Kein einziger neuer Sachverhalt wurde entdeckt, der das Gegenteil beweist. Das ist ein bemerkenswertes Resultat für eine Theorie. Natürlich war ihr das gleiche Schicksal beschieden wie jeder neuen Idee, die gleichzeitig das Glück und das Pech hat, ihrer Zeit voraus zu sein».

Die «bemerkenswerte Wirkung» von LOWELLS Theorie wird in der Aussage des Journalisten deutlich: «niemand kann dem widersprechen», aber weiter geht sie nicht.

Wie alle etwas fantastischen Theorien entbehrt sie nicht einer gewissen inneren Logik, die unumstösslich ist für den, der sich ihr verschrieben hat.

- Externe Kohärenz: darunter verstehe ich zunächst einmal den gesunden Menschenverstand, dann die logische Verbindung mit dem, was ausserhalb der Theorie liegt. Wir haben oben dargelegt, was z.B. die Gesetze der Perspektive und der Lichtbrechung beim Studium der Marskanäle und was die grossen Instrumente bei engen Doppelsternen lehren. LOWELL liess dieses Kriterium nicht gelten, wenn er sagt: «Das Hauptproblem mit ANTONIADI ist, dass er die Kunst der Beobachtung nicht beherrscht» (1916).

Die Astrologie ist ein extremes Beispiel für solche Autismen. Viele Dinge, wie die Gravitation und das Vorkommen der Asteroiden werden von ihr hochmütig ignoriert.

- Das Gedächtnis: der Schriftsteller MAREK HALTER (1983,1991) hat mit Nachdruck die Bedeutung des Gedächtnisses für die Kultur und die Zi-

vilisation im allgemeinen betont. Ebenso wichtig ist es in der Wissenschaft, nicht nur wegen des kumulativen Charakters des Wissens («Ich habe mich auf die Schultern von Riesen geschwungen» konnte NEWTON sagen), sondern auch wegen der Fragen in unserem Kontext. Teleskopische Irrtümer kennen wir durchaus nicht erst seit SCHIAPARELLI, denn viele Beobachter vor ihm haben z.B. geglaubt, einen Satelliten der Venus zu entdecken. Möglicherweise wurden sie irregeleitet durch eine vorgefasste Meinung; 1840 haben PADRE DE VICO und seine Assistenten in Rom auf der Venus sogar eine Gebirgsformation gefunden, «die einem Mondkrater glich», eine Beobachtung, die sie mehrere Nächte hintereinander machten (SHEEHAN 1988). In einem neueren Fall (nicht astronomischer Art) ist vom «Gedächtnis des Wassers» die Rede. OURISSON (1993) berichtet über einen Forscher, der glaubte, zum gleichen spektakulären Ergebnis gelangt zu sein wie 46 Jahre zuvor die Gruppe von BENVÉNISTE, aber er hatte auch die Redlichkeit, kurz danach seinen Irrtum einzugeben. So hat ein zu kurzes Gedächtnis dazu beigetragen, den Mythos vom «Gedächtnis des Wassers» zu zerstreuen...

Kehren wir zurück zum Thema Forschung nach extraterrestrischem, intelligentem Leben, da es in unsrern Betrachtungen eine grosse Rolle spielt. Es ist äusserst heikel, da es sich seiner Natur nach sowohl dem Rasiermesser von OCKHAM, wie auch dem Prinzip von POPPER entzieht. Selbst wenn das Rasiermesser von OCKHAM vielleicht nicht absolute Gültigkeit hat, wie im Fall der Biologie (TUDGE 1994), so scheint mir, dass die Forschung nach extraterrestrischer Intelligenz kein Kind der strengen Wissenschaft sei. Sie ist wohlgerichtet mit einem recht interessanten und schwierigen Problem konfrontiert, nämlich mit der Unterscheidung zwischen natürlichen und artifiziellen Signalen. Doch erst wenn wir eines Tages eine Botschaft in Morse und klaren Worten enthalten, dann können wir sagen, dass jeder Zweifel beseitigt sei (höchstens! siehe Figur 9).

Werfen wir indessen einen Blick auf die Entdeckung der Pulsare. Als man Radiosignale von perfekter Regelmässigkeit empfing, sprach man halb zum Spass, halb im Ernst von LGM (Little Green Men) als möglicher Quelle der Emissionen, bis man bald danach eine einfache, natürliche Erklärung für die Ursache der Strahlung fand (Rotation eines Neutronensterns). Das Rasiermes-

ser von OCKHAM funktionierte hier automatisch, und doch wäre derjenige, der sich auf den intelligenten Ursprung der Signale versteift, schwer zu widerlegen.

Im Umfeld der aktuellen Forschung über extraterrestrische Zivilisationen (SETI) findet man Anregungen über das taktische Vorgehen, die mit dem gleichen Handicap belastet sind. Ein For- scher hat z.B. vorgeschlagen, Sterne mit viel Spaltprodukten von Uranium und Plutonium zu suchen. Dabei geht er von der Vorstellung aus, dass die Zivilisation auf einem Planeten die nuklearen Abfälle zu ihrer Sonne befördern würde (WHITMIRE & WRIGHT, 1980). Angenommen, man fände solche Sterne, was würde man tun? Wäre das ein Beweis für die Existenz extraterrestrischer Lebewesen oder würde man nach einer natürlichen Erklärung suchen? Gewiss würde man das tun...aber mit welchem Recht dürfte die «extraterrestrische» Version bestritten werden? Niemand wäre wohl in der Lage, das Gegenteil zu beweisen.

Mit Recht könnte man sich fragen, wie sich die Astrophysik entwickelt hätte, wenn der Weltraum mit künstlichen Signalen aus extraterrestrischen Quellen verseucht wäre. Die Radioastronomen beklagen sich schon heute über die Parasiten terrestrischer Herkunft...

(Übersetzung: Dr. H.-R. MÜLLER)
Literurnachweis in der franz. Originalarbeit ORION 264, Oktober 1994, p. 235-244.

PIERRE NORTH
Institut d'astronomie de l'université de Lausanne, CH-1209 Chavannes-des-Bois



Figur 9:
Die Entdeckung einer extraterrestrischen Zivilisation.

INTES MK-67 150/1500 Inkl.Koffer Fr. 1980.– Bild: Stativ mit Kopf LP 128 Fr. 520.–	INTES MK-67 150/1500 Bild: mit Montierung K-2 mit Polsucher	NEU! INTES 228/3100 Maksutov Fr. 3950.– Bild: mit Montierung AOK WAM - 300CC	DOBSON K-200/1200 Fr. 990.– DOBSON K-250/1200 Fr. 1390.–
			Feldstecher Binokularteleskope Kleinteleskope Stereolupen Mikroskope Nachtsichtgeräte Zubehör
NEU! Teleskop-Feldstecher-Mikroskop-Ausstellung NEU!			
<h1>RYSER OPTIK</h1>			Kleinhüningerstrasse 157 – 4057 Basel Tel. 061/631 31 36 – Fax 061/631 31 38