Voltaires Raumfahrterzählung „Micromégas" und die Astronomie von damals und heute

Von Elmar Ullrich

Im Jahre 1752 veröffentlichte ein gewisser Jean Marie Arouet, der Welt bekannt unter dem Pseudonym Voltaire eine „conte philosophique" mit dem Titel „Micromégas" (1). Dieses kleine Kunstwerk voller Esprit und Witz ist nicht nur eine Satire auf die Wissenschaftler des 18. Jahrhunderts, sondern auch ein Spiegel der astronomischen Kenntnisse und Forschungsziele dieser Zeit.

Zu allen Zeiten hatten große Erfindungen, Entdeckungen und Erkenntnisse literarische Konsequenzen. Sie trugen dazu bei, ein neues Weltbild zu gestalten. Dasjenige der Aufklärung im 17./18. Jahrhundert war neben anderen Voraussetzungen vor allem eine Folge der astronomischen Forschungen nach der Erfindung des Fernrohrs um 1609 und der Entdeckung der Welt des Kleinen durch das Mikroskop. Voltaires „Micromégas" bietet die einzigartige Möglichkeit, jenes Weltbild und verschiedene Leute, die an seiner Gestaltung beteiligt waren, kennenzulernen. Diese philosophische Erzählung hat solide astronomische Grundlagen, welche auf G. V. Cassini, I. Newton und weitere Pioniere der Himmelskunde zurückgehen und welche ihre populäre Zusammenstellung (für die adeligen Damensalons) gefunden hatten in dem Bestseller jener Zeit, den „Entretiens sur la Pluralite des Mondes" von Bernhard Le Bouvier de Fontenelle (2). Voltaire hat dieses Buch sehr genau gekannt, er zitiert sogar einige Stellen wörtlich. Doch ist er seinem Autor gegenüber kritisch eingestellt, er lehnt dessen physikalische Grundhypothese der Himmelmechanik, die Wirbeltheorie ab zugunsten des von Newton gefundenen Gravitationsgesetzes, das sich aus den Keplerschen Gesetzen ableiten läßt. (3) Die in „Micromégas" genannten Wissenschaftler – er nennt freilich die Namen nicht – bezeichnet er als „Philosophen". Doch muß man bedenken, daß bis in die neueste Zeit Philosophie und Naturwissenschaften noch eine Einheit darstellten. Eine weitere Grundlage dieser Erzählung ist die lappländische Gradmessung zur Bestimmung der Figur und Größe der Erde.

Der Inhalt der Erzählung

Micromegas ist ein Riese mit menschlichen Zügen. Seine Körpergröße beträgt acht Meilen oder 29 000 geometrische Schritte, jeder Schritt zu je fünf Fuß. Er lebt auf einem Planeten des Fixsterns Sirius (α Canis Majoris). Micromegas ist ein Gelehrter mit kleinen sympathischen Fehlern. Er hatte in einem Sirius-Jesuitenkolleg studiert, sich danach mit allerlei Forschungen befaßt und schließlich ein zoologisch-philosophisches Buch herausgebracht, worin die Natur der Sirius-Flöhe mit derjenigen der Sirius-Schlammschnecken verglichen wird. Doch leider beanstandete die Sirius-Inquisition verschiedene Stellen und deshalb wurde der Autor zur Strafe für einige Jahrhunderte vom königlichen Hof verbannt. Diese Zeit nützte er zu einer Bildungsreise durch das Weltall mit Hilfe der anziehenden und abstoßenden Kräfte Newtons. Den „Empyräumshimmel" des schottischen Astronomen und Vikars W. DERHAM hat er nicht gesehen (36). Auf seiner Reise kommt Micromegas schließlich zum Planeten Saturn, der von „Zwergen" bewohnt ist, nur 1000 Toisen (Klafter) groß. Er lernt dort den Sekretär der Saturn-Akademie der Wissenschaften kennen. Beide werden Freunde, unterhalten sich über Probleme der Astronomie, Philosophie



Abb. 1: VOLTAIRE *1737*

und ihres Lebens und beschließen, eine gemeinsame Bildungsreise durch das Sonnensystem zu unternehmen. Sie kommen zum Jupiter, sehen den Mars „mit seinen beiden Monden" und mit Hilfe eines geeigneten Nordlichts lassen sie sich auf der Erde nieder, um auszuruhen. Dem Zwerg vom Saturn kommt diese Erdkugel seltsam vor in ihrer Unregelmäßigkeit, die „gar nicht der Vernunft entspricht", er folgert daraus, daß hier keine Vernunft herrschen kann. Micromegas bezweifelt das. Mit Hilfe eines Diamantenhalsbandes fertigen die beiden Wanderer Mikroskope. Sie entdecken damit in der Ostsee einen Wal und schließlich ein Schiffchen. Micromegas hebt es vorsichtig auf seinen Daumennagel und beide untersuchen es. Sie erkennen dabei Menschen, die sie für eine Art von Milben halten. Der Zwerg vom Saturn glaubt beobachtet zu haben, daß sie „an ihrer Fortpflanzung" arbeiten. Es stellt sich aber bald heraus, daß diese „Milben" hochgebildete Wesen sind, „Philosophen". Es gelingt Micromegas, mit ihnen in Verbindung zu treten, er lernt sogar ihre Sprache verstehen und sprechen. Zunächst staunt er über ihr Wissen und ihre Fähigkeiten. Doch bald kommt die Enttäuschung: Hinter einer sehr dünnen Schicht von Wissen, Weisheit und Vernunft verbirgt sich der wahre Mensch: Aggressivität, Eitelkeit, Dummheit und hinter allem steht Unwissenheit. Der Gipfel von allem ist eine „Milbe" mit einer viereckigen Priestermütze, welche den beiden Reisenden rundwegs erklärt, daß die gesamte Natur und das Weltall ausschließlich für den Menschen geschaffen wurde, der ja die Krone der Schöpfung darstellt – ein gewisser Thomas von Aquin hätte dies in seiner „Summa" eindeutig dargestellt. Über so viel Anmaßung müssen Micromegas und der Saturnianer lachen – die Folge davon ist ein Schiffbruch.

Freilich ist die Erzählung eine Satire. Gewiß, Voltaire ist Propagandist der Aufklärung, aber er teilt nicht ihren Optimismus. Er wendet sich gegen die Selbstüberschätzung verschiedener Aufklärer, welche die Natur der Vernunft unterstellen wollen. Voltaire hat sich hierzu der literarischen Gattung des Reiseromans bedient, er hat damit ein echtes, kleines Kunstwerk geschaffen, das seinen Platz in der Weltliteratur verdient hat. Hier handelt es sich um eine besondere Form des Reiseromans, nicht um eine belehrende Erzählung, sondern um Kritik an bestimmten Zuständen in Wissenschaft und Gesellschaft in satirisch-witziger Form.

Als Voltaire seinen „Micromégas" schrieb, befand er sich in guter Gesellschaft. Seit dem 2. Jhrh. läßt sich in der europäischen Literatur diese Form feststellen, angefangen von dem Griechen Lukian von Samosate (4) über Cyrano de Bergerac (5) bis zur Jonathan Swift (6). Es gibt aber auch noch die andere Form des Reiseromans, die belehrende Erzählung, die

ohne Ironie eine Einführung in das Verständnis ferner Welten in unterhaltender Form bieten will. Diese beginnt mit PLUTARCH VON CHAIRONAIA (7) – allerdings kein Roman, sondern ein philosophisches Gespräch über den Mond und seine Natur – und führt weiter über JOHANNES KEPLER (8), die beiden englischen Bischöfe FRANCIS GODWIN (9) und JOHN WILKINS (10), den deutschen Jesuiten ATHANASIUS KIRCHER (11) bis zu JULES VERNE (12) und die Science-Fiction-Literatur der Gegenwart.

1. Voltaire und die astronomischen und literarischen Hintergründe zu Micromegas

So irreal und phantastisch diese Erzählung anmutet, so real sind ihre Hintergründe. Im Jahre 1737, in dem sich diese Erzählung abspielt, waren nämlich zwei französische Expeditionen unterwegs, welche die Größe und Figur der Erde messen wollten. Eine Gruppe arbeitete in Peru (CHARLES-MARIE DE LA CONDAMINE, PIERRE BOUGUER und der Spanier FRANCISCO DE ULLOA), die andere in Lappland. Es ging darum, die Abplattung der Erde und weitere Zustandsgrößen wie Äquator- und Polradius quantitativ zu bestimmen. Diese Expedition kam (nach Voltaire) am 5. Juli 1737 in Tornea an, ihre Leitung hatte PIERRE MOREAU DE MAUPERTUIS (1698–1759). Teilnehmer waren ALEXIS CLAIRAUT, PIERRE DE MONNIER, JEAN OTHIER und der Schwede ANDERS CELSIUS. Beide Expeditionen waren im Auftrag

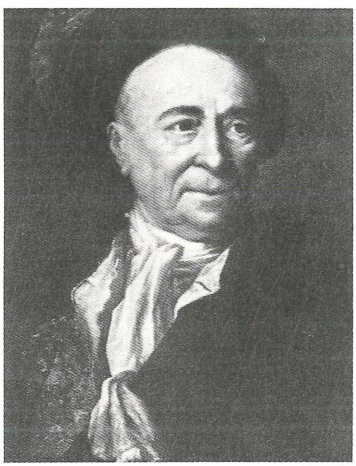


Abb. 2: BERNARD LE BOUVIER DE FONTENELLE

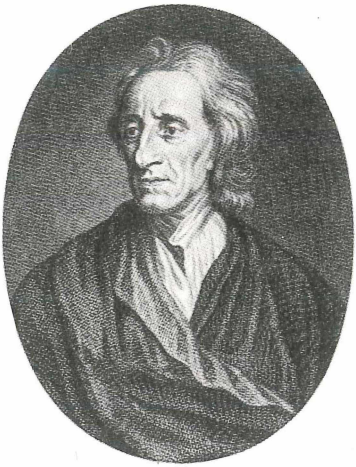
der Pariser Akademie der Wissenschaften gestartet, deren Sekretär BERNARD LE BOUVIER DE FONTENELLE (1657–1757) damals 80 Jahre alt wurde. Als „Micromégas" erschien, war er 94 Jahre alt. Er las die Erzählung, erkannte sich in der Gestalt des Zwergen vom Saturn und war über Voltaire sehr verärgert.

Voltaire besaß gute astronomische Kenntnisse. Zuerst hatte er sein Grundwissen aus den „Entretiens" von Fontenelle bezogen (13). Während seines englischen Exils lernte er die „PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA" von ISAAK NEWTON kennen. Wie aus Voltaires „Lettres philosophiques" (14) hervorgeht, hat er sofort die ungeheure Bedeutung der neuen Himmelsmechanik und ihre philosophischen Konsequenzen erkannt. Zurückgekehrt nach Frankreich wurde er zum Vorkämpfer und Propagandist Newtons, ohne ihn jedoch richtig verstanden zu haben. Dies gab Ärger mit der Académie, welche nach wie vor an der Wirbeltheorie des RENE DESCARTES festhielt. Wirbel in einem angenommenen „Weltenäther" sollten die Planetenbewegung ausführen, nicht etwa ein Kräftespiel Gravitation-Zentrifugalkraft. Fontenelle hatte dafür ein gewichtiges Argument: Die Fernwirkung der Schwerkraft war ihm unvorstellbar – nicht nur ihm allein.

Die „Entretiens" Fontenelles gründen sich vor allem auf die Planetenbeobachtungen des Italieners und naturalisierten Franzosen GIOVANNI VIRGILO CASSINI, die er mit Hilfe von riesigen Fernrohren bis zu 70 Metern Länge (zur Veringerung der chromatischen Aberration der Objektivlinse, welche die Bilder unscharf macht) zwischen 1650 und 1680 in der Sternwarte Paris-Meudon durchgeführt hatte (15). Mit diesem Werk hat Fontenelle die erste populäre Astronomie Europas geschaffen., Es war gedacht für die gebildeten Damen der Salons und ist mit viel Esprit in Form charmanter Plaudereien geschrieben. Newton hingegen ist reiner Wissenschaftler, Mathematiker und Physiker – seine „Principia" waren ein Wendepunkt im physikalisch-astronomischen Denken der Neuzeit und lieferten den analytischen Beweis für die Keplerschen Gesetze. Die Geometrie der Antike wurde durch Dynamik ersetzt, das Werkzeug hierfür war die ebenfalls von Newton (und gleichzeitig unabhängig von LEIBNIZ) entdeckte Infinitesimalrechnung.

Der eigentliche Pate für die Figur des Micromegas war jedoch „Gulliver" von JONATHAN SWIFT. Voltaire schätzte sehr dieses Werk, das ja auch eine Satire darstellt. Er war, wie er selbst zugibt, fasziniert von „Gulliver", in dem sich Erzählkunst und harte Gesellschaftskritik in satirischer Form vereinigen. Außerdem erinnert „Gulliver" in der Sachlichkeit des Stils an das Logbuch eines Schiffkapitäns, ein Stil, den Voltaire bei aller Erzähl-

Abb. 3: JONATHAN SWIFT



kunst niemals erreicht hat. Gulliver bewegt sich als Riese unter den winzigen Wesen von Liliput in einer barocken Welt, ebenso wie Micromegas, der die menschlichen Milben in einem Vergrößerungsglas betrachtet. Beide Autoren haben es verstanden, Realität und Utopie auf geniale Art zu vereinen. Doch muß man beide Bücher mit Kommentar lesen (16), besonders die „Travels of Gulliver" (17). Denn die britische Gesellschaft hat Swift diese Kritik nie verziehen, „Gulliver" wurde in ein Kinderbuch verwandelt und alles „Anstößige" weggelassen. Bei Micromégas ist das zwar nicht der Fall, aber die Anspielungen sind für einen Leser von heute, der die Voraussetzungen nicht kennt, nur schwer verständlich, vor allem, wenn er über das Denken der Aufklärung und die Ziele des voltairianischen Spotts nicht Bescheid weiß.

Für den Leser unseres Jahrhunderts sind zwei Tatsachen von Bedeutung: Unsere Erde erhält Besuch von außerirdischen Wesen mit höchster Intelligenz, dazu sogar von einem Fixstern, dessen Entfernung damals völlig unbekannt war. Voltaire hielt ihn, wahrscheinlich wegen seiner großen Helligkeit für eine Nachbarsonne und hatte damit gar nicht so unrecht. Somit ist Voltaire der erste Raumfahrt-Schriftsteller, welcher die Grenzen unseres Sonnensystems überschreitet. Dazu kommt, daß Micromegas und der Zwerg vom Saturn sterbliche Wesen sind und ihrem Verhalten nach aus Materie bestehen. Aber merkwürdig erscheint, daß die beiden Gestalten im Grunde genommen Geistwesen sind. Niemand auf der Erde hat sie gesehen mit Ausnahme der wenigen Gelehrten in dem Schiff. Sie laufen über

die Erde, waten durch die Meere und der Zwerg vom Saturn versinkt nicht, obwohl seine Größe – umgerechnet etwa 2000 Meter – geringer ist als die (damals unbekannte) durchschnittliche Tiefe der Ozeane. Möglichweise wollte Voltaire damit ausdrücken, daß es Dinge gibt, die nur illustren Geistern zugänglich sind, die aber doch nur jenem Geiste gleichen, den sie begreifen – so wie es Goethes Faust ergeht.
Im Grunde sind Micromegas und sein Begleiter säkularisierte Figuren – man denke an das biblische Buch Tobias. Der Mensch der Antike brauchte für weite gefahrvolle Reisen einen kundigen Begleiter, der bei Schwierigkeiten helfen konnte, unter Umständen sogar durch Wundertaten. Im Falle Micromegas treffen sich zwei Wesen, den Menschen deutlich überlegen, aber doch mit sehr menschlichen Qualitäten. Eine originelle Variante des Reiseromans! Natürlich erfodert eine solche „Reise durchs All" solide astronomische Kenntnisse, auch wenn sie nur Phantasie ist. Voltaire hatte sie und dazu kam neben tiefem philosophischen Wissen noch eine profunde Kenntnis der damaligen Weltliteratur.

2. Raumfahrtgedanke, Astronomie und Literatur

Die Überwindung der irdischen Schwere ist ein Urtraum der Menschheit. Die hohen Berge schon erschienen den Menschen der Antike als Sitze der Götter. Engel und Geister wurden als geflügelte Wesen gesehen, die in Gedankenschnelle den Raum durcheilen. In der griechischen Mythologie ist Dädalos der erste Mensch, dem ein Flug gelingt. Sein Sohn Ikaros mißbraucht die „grenzenlose Freiheit über den Wolken", gerät in die Sphäre der Götter und muß seine Kühnheit mit dem Leben bezahlen. Die Mythologie spricht also von zwei Bereichen, einem irdischen und einem himmlischen. Daraus wurde durch Plato und seine Epigonen ein Dualismus zwischen dem irdischen Bereich der Materie und dem überirdischen Bereich des Idealen. Auch heute noch existieren Reste eines solchen Dualismus. Es gibt tatsächlich hochgebildete Leute, vielleicht sogar mit gutem astronomischen Allgemeinwissen, die aber in der Raumfahrt einen Frevel, eine Art Sakrileg sehen, verursacht durch menschliche Hybris.
Die ionischen Naturphilosophen brachten den Proto-Dualismus auf eine andere Ebene. Sie waren die ersten, welche die Frage nach dem Wesen der Welt und der Ursache allen Seins stellten. Zwar sind die Antworten verschieden, doch kann kam in ihnen zwei Grundeinstellungen erkennen, die sich gegenseitig ausschließen. Die erste besagt, daß die Welt aus materieller Substanz besteht, welche bestimmten Gesetzen unterworfen ist und eine bestimmte Struktur aufweist. Also gehen alle Ereignisse in der Welt aus

dem Wesen der Dinge hervor. Hauptvertreter dieser Idee waren DEMOKRIT VON ABDERA, LEUKIPPOS und die Atomisten. PYTHAGORAS forderte, daß die Natur direkt nach den Qualitäten der Dinge befragt werden sollte. Für ihn war die Erde eine im Raum frei schwebende Kugel, also ein geometrisches Gebilde mit meßbaren Qualitäten wie Durchmesser und Entfernung von anderen Himmelskörpern. Die zweite Idee besagt, daß die Himmelskörper der Sphäre des Idealen angehören, sie sind wesensmäßig verschieden von irdischen Dingen. Dieser Dualismus wurde von PLATO und ARISTOTELES vertreten. Leider hat er das abendländische Denken fast 1900 Jahre beeinflußt und wirkt vereinzelt heute noch nach.

So betrachten also die Griechen die Welt „more geometrico" und versuchten sie zu messen. ARISTARCH VON SAMOS versuchte gegen 270 v.Chr. die Entfernung Erde-Sonne zu messen mit Hilfe des rechtwinkligen Dreiecks, das Sonne, Erde und Mond bilden, wenn der Mond im ersten oder letzten Viertel steht. Das Resultat ergibt die Entfernung Erde-Sonne in Mondabständen. Die Theorie war richtig, aber der gemessene Wert (87°10′ statt 89°52′09′′) war falsch – schuld daran waren die unvollkommenen Meßinstrumente, die Unkenntnis der Theorie der Meßfehler und die damalige Unmöglichkeit, den genauen Zeitpunkt der Dichotomie der Mondscheibe zu bestimmen. Aristarch nahm deshalb an, daß die Sonnenentfernung und die Mondentfernung sich wie 19:1 verhalten (der wahre Wert ist 389:1). HIPPARCH VON NICAEA bestimmte die Mondentfernung durch Messung des Erdschattendurchmessers bei einer totalen Mondfinsternis und ein geometrisches Theorem über die Winkelsummen in einem Trapez. Der erhaltene Wert von 59 Erdradien stimmt recht gut mit dem modernen Wert überein. Dies geschah im 2. Jhrh.v.Chr. – kurz zuvor hatte ERATOSTHENES VON CYRENE den Erdumfang durch eine Gradmessung zwischen Syene und Alexandria bestimmt. Der gefundene Wert war größenordnungsmäßig richtig. Doch konnten die Griechen nicht die Frage nach dem Wesen, der Substanz und der Genese der Gestirne beantworten. Die Atomisten hatten eine dynamische Kosmogonie gefordert. Plato und Aristoteles setzten sich schließlich mit ihrer Idee eines statischen idealen und unveränderlichen Weltalls durch. Für beide waren Veränderungen nur „sublunar" möglich. Ein solcher Dualismus verlangte von den Astronomen, daß sie den translunaren Raum als „mit idealen Strukturen erfüllt" (18) auffassen müßten. Die Folge davon war eine Mathematisierung, denn die Mathematik hat ja wesensmäßig ideale Strukturen zum Inhalt (19). Der ALMAGEST des CLAUDIUS PTOLEMAIOS (150 n.Chr.) stellte die Krönung der antiken Astronomie dar. Doch heute weiß man, daß der Autor sicher Zweifel hatte über den Realitätscharakter seiner Formeln – ob sie tatsächlich die Wirklichkeit wie-

derspiegeln oder ob sie nur ein bloßes Rechenschema sind. Denn das geozentrische System ist alles andere als ideal mit seinen vielen Epizykeln und Exzentern. Das schwächste Glied war die Merkurbahn – sicher waren es religiös-ideologische Erwägungen und Achtung vor der Autorität früherer Astronomen (vor allem vor HIPPARCH), die ihn daran hinderten, den Merkur und eventuell die Venus als Sonnensatelliten aufzufassen. Zudem war das gesamte System nicht einheitlich. Für Sonne, Mond, Venus und Merkur mußte jeweils eine eigene Theorie für die Bahnbestimmung geschaffen werden, indes sich die Bewegungen der äußeren Planeten Mars, Jupiter und Saturn durch eine einheitliche Theorie darstellen ließen. Zudem zeigte das ganze System Widersprüche zur aristotelischen Physik: Epizykeln, Punctum aequans und Exzenter waren streng genommen unverträglich mit den durch sie geforderten homozentrischen Sphären. Die Genialität des Ptolemaios erwies sich besonders bei der Interpretation der großen Ungleichheiten der Mondbahn, seine Formeln gewährten eine weitgehende Übereinstimmung von Beobachtung und Rechnung. Doch sicher hat ihm seine geometrische Mondtheorie Unbehagen bereitet – nach ihr hätte der Mond in Erdnähe doppelt so groß erscheinen müssen wie in Erdferne, selbst der einfache Bauer, Hirte und Seemann hätten im Laufe eines Monats solche Änderungen bemerken müssen (20).

PLUTARCH (46–120 n.Chr.) diskutierte in seiner Schrift „DE FACIE IN ORBE LUNAE" das Problem des Wesens des Mondes, wobei er offenbar die Ansichten verschiedener philosophischer Schulen zusammenfaßte. Die Unveränderlichkeit der dunklen Stellen der Mondoberfläche führten ihn zu der Meinung, daß der Mond „erdiger Natur" sei, also auch Täler und Berge haben und von Lebewesen bewohnt sein könne. 40 Jahre nach dem Tod Plutarchs erschienen (gegen 160 n.Chr.) die ersten Raumfahrtgeschichten des Griechen LUKIAN VON SAMOSATE, die „VERA HISTORIA" und der „IKAROMENIPPOS". Beide Schriften sind Satiren. Somit ist Lukian der geistige Ahnherr Voltaires und des „Micromégas". (21, 22)

Im Mittelalter triumphierte der Aristotelismus und die daraus hervorgehende Scholastik. Damit erschien die Vorstellung, daß auch andere Himmelskörper mit Leben erfüllt sind, völlig absurd, mehr noch der Gedanke, daß auf anderen Sternen menschenähnliche Wesen leben könnten. Die Kirchenväter verurteilten die atomistischen Ideen der Antike als gottlosen Materialismus. Doch mit den Humanisten begann zögernd eine Neuorientierung des Denkens, verbunden mit einer wachsenden Kritik an Aristoteles. NICOLAUS CUSANUS (1401-1464) hielt außerirdisches Leben für möglich. ARIOSTO erwähnt in seinem „ORLANDO FURIOSO" einen Mondbesuch mit übernatürlicher Hilfe. Elf Jahre vor der Entdeckung der Mondkrater

verurteilte die römische Inquisition den Dominikanermönch GIORDANO BRUNO zum Tod auf dem Scheiterhaufen – er hatte an intelligentes, außerirdisches Leben geglaubt, an Wesen, die auf anderen Sternen Gottes Lob künden. Nach den ersten teleskopischen Entdeckungen wurde der Glaube an andere bewohnte Welten universell. MICHAEL MAESTLIN (1550–1631) und JOHANNES KEPLER (1571–1630), GALILEO GALILEI (1564–1642) glaubten, daß der Mond mit Lebewesen bevölkert sei. KEPLER beschrieb in seinem posthum (1634) erschienen Buch „SOMNIUM" eine Reise zum Mond mit Hilfe des Geistes der Astronomie. Er spricht von schlangenförmigen lunaren Lebewesen, die in den Mondkratern wohnen und nennt sie nach Lukian „Endymioniden". Kepler kannte Lukians Werke, er hat vor allem den „Ikaromenippos" hoch geschätzt. W. LEY, der einen ausgezeichneten Überblick über die Geschichte des Raumfahrtgedankens geliefert hat (23), zählt „Somnium" gleichzeitig zur wissenschaftlichen wie zur utopischen Literatur. Das kopernikanische System, das rasch in weiten Teil Europas populär wurde, half mit bei der Überwindung des alten Dualismus. Schon gegen Ende des 17. Jahrhunderts glaubte man, daß alle Planeten des Sonnensystems mit Leben erfüllt sind (ANTON MARIA SCHYRLÄUS DE RHEITA (1597–1660), TOMMASO CAMPANELLA (1568–1639), PIERRE GASSENDI, CHRISTIAN HUYGENS). Die Idee, wofür Giordano Bruno sein Leben lassen mußte, wurde schon um die Mitte des 17. Jahrhunderts von den Frühaufklärern allgemein popularisiert, ,vor allem in Mittel- und Westeuropa. Hauptvertreter davon waren OTTO VON GUERICKE, THOMAS WRIGHT, BERNARD LE BOUVIER DE FONTENELLE und später IMMANUEL KANT (24). Zwei englische Bischöfe wurden durch die Lektüre von Keplers „SOMNIUM" zu Romanen über Mondreisen angregt. JOHN WILKINS zählt die Methoden auf, wie man den Mond erreichen könne: Mit Hilfe von Engeln oder Geistern, von Vögeln, von Flügeln, die am Körper angebracht werden und schließlich mittels eines fliegenden Wagens. FRANCIS GODWIN (1638) schilderte die Abenteuer des Spaniers Domingo González, der auf einer einsamen Insel ausgesetzt wurde und bei dem Versuch, mit Hilfe von Zugvögeln an einem Lattengestell zivilisierte Länder zu erreichen, auf den Mond gerät – diese Zugvögel fliegen periodisch zwischen Erde und Mond (25). Dieses Buch wurde zum Bestseller und wurde bald in viele Sprachen übersetzt. Voltaire und Swift haben dieses Werk gekannt. Möglicherweise war GODWIN zu diesem Buch angeregt worden durch eine damals in London ausgestellte Dronte (Dodo), einen heute ausgerotteten Vogel von der Insel Mauritius (26) (allerdings ist der Dodo flugunfähig). Dieses Werk hat über mehrere Jahrhunderte gewirkt, nach W. LEY hat es sogar E.A. POE und J. VERNE beeinflußt. (vgl. (23)) Eine französische Übersetzung kam in die

Hände des adeligen Frühaufklärers CYRANO DE BERGERAC – und dieser „erfand" tatsächlich einen „fliegenden Wagen". Der Libertin Cyrano war ebenso wie Lukian Satiriker – er greift übrigens bewußt auf ihn zurück in seinem Werk „HISTOIRE COMIQUE OU VOYAGE DANS LA LUNE". Zuerst „fliegt" er mit taugefüllten Flaschen am Gürtel – da die Sonne den Morgentau anzieht, so reißt sie auch den Träger nach oben (im Grunde genommen das Prinzip des Heißluftballons, über hundert Jahre von den Montgolfières). Eine spätere Flugmaschine funktioniert mit Raketen und Schwärmern. Wohl fällt der Apparat auf die Erde zurück, aber der Pilot wird vom Mond angezogen. Er hatte nämlich Hautabschürfungen nach einem mißglückten Flugversuch mit Knochenmark eingerieben und „... *J'aperçus ma chair boursoufflée, et grasse encore de la moelle dont je m'étais enduit pour les meurtrissures de mon trébuchement; je connus qu'étant allors en décours, et la lune pendant ce quartier ayant accoutumé de sucer la moelle des animaux, elle bouvait celle dont je m'étais enduit avec d'autant plus de force que son globe était plus proche de moi, et que l'interposition de nuées n'affaiblissait point la vigeur.*" (27) Auf dem Mond trifft Cyrano den Domingo González, der ihm dort alles erklärt, den Mond und seine Bewohner. Dieses Buch erschien 1649 in Paris. Voltaire kannte es gut.

Zur gleichen Zeit erschien ein anderer Raumfahrtroman, der keine Satire war: „ITER EXATICUM QUO MUNDI OPIFICIUM" (28) des deutschen Jesuiten ATHANASIUS KIRCHER. CH. HUYGENS erwähnt ihn in seiner Schrift „KOSMOTHEOROS SIVE DE TERRIS COELESTIBUS EARUMQUE ORNATU CONJECTURAE" (29). Huygens, der Entdecker der Saturnringe war Zeitgenosse des bereits erwähnten Fontenelle, er erwähnt seine „Entretiens" ausdrücklich, indes Fontenelle jedoch niemals Huygens zitiert oder erwähnt. Voltaire, der auch den „Kosmotheoros" kannte, erwähnt Huygens indirekt im „Micromégas", 2. Kapitel, doch nie Kircher. Dieser erschien ihm wohl zu sehr als Scholastiker. Doch Kircher war tatsächlich ein Universalgelehrter. Er hat das kopernikanische System sehr gut gekannt, mußte sich aber offiziell zum tychonischen System bekennen, ebenso wie sein römischer Zeitgenosse GIOVANNI BATTISTA RICCIOLI.

Während der Riese Micromegas eine Verkörperung des Geistes der Aufklärung darstellt (wobei er jedoch nie seine Unvollkommenheit leugnet), verbirgt sich hinter dem Zwerg vom Saturn die Person des Sekretärs der Pariser Akademie der Wissenschaften, Mr. DE FONTENELLE, ein libertinischer Skeptiker, sehr geistreich, gelegentlich etwas pessimistisch. Er brachte die Werte der Aufklärung in die Damensalons von Paris. Sein Leben lang war er Gegner der Newtonschen Himmelsmechanik, noch 1752

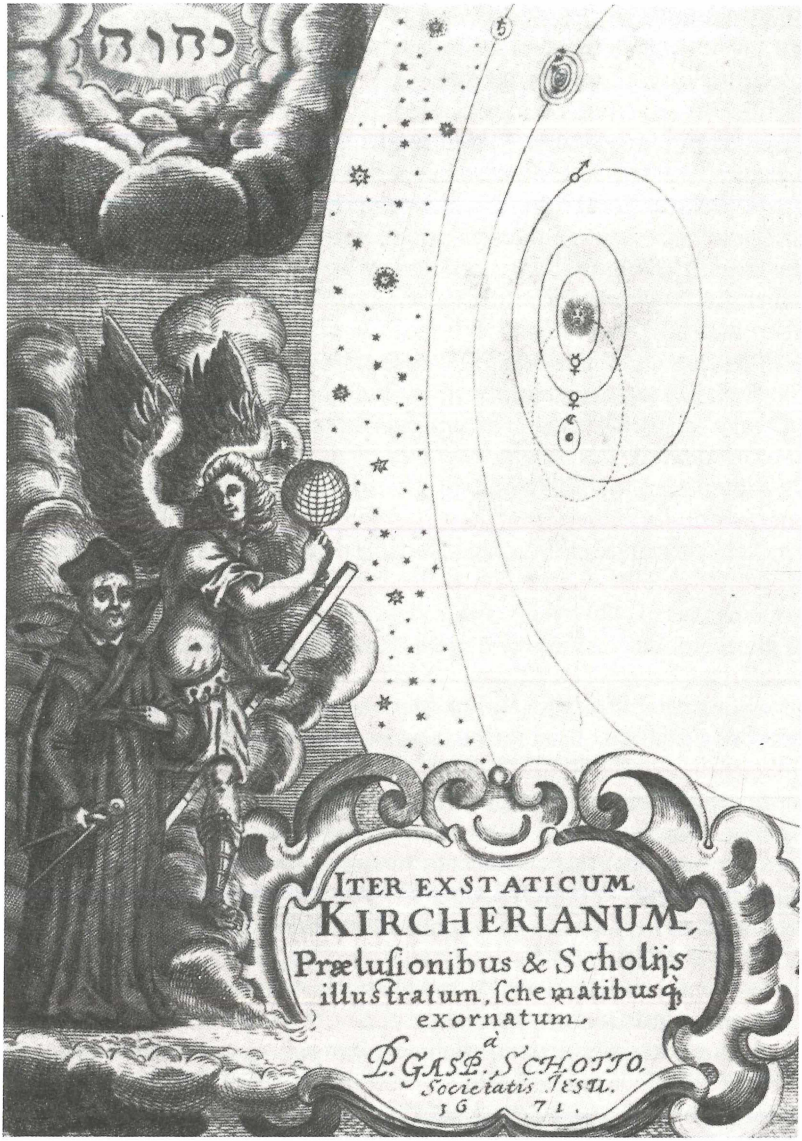


Abb. 4: A. KIRCHER *Frontispiz seines „Iter"*

verteidigte er die von allen Physikern längst verlassene Wirbeltheorie des RENE DESCARTES. Fontenelle war auch ein begeisterter Anhänger des Empirismus eines JOHN LOCKE – im letzten Kapitel des „Micromégas" lauscht der Zwerg mit Begeisterung den Worten einer „Philosophen-Milbe" im Schiffchen auf dem Daumennagel, welcher die Ideen Lockes vertritt.

Fontenelles „Entretiens" erschien 1686, bis 1742 folgten 33 Auflagen, stets verbessert und dem neusten Stand vom Autor selbst angepaßt. Das Werk wurde europäischer Bestseller und kam 1687 auf den „Index prohibitorum librorum", wie alle Bücher, die das von Rom abgelehnte kopernikanische System vertraten oder gegen andere Lehrmeinungen der Kirche verstießen. Besonderen Ärger muß der römischen Kurie die Verteidigung der Möglichkeit von anderen bewohnten Himmelskörpern und damit des unglücklichen Giordano Bruno gemacht haben. (Noch 1889 erklärte die römische Kurie die Errichtung eines Denkmals von Bruno auf dem Campo dei Fiori durch das befreite Italien als unerträgliche Schmach.) (30) Voltaire schätzte die „Entretiens" sehr hoch, er zitiert in „Micromégas" sogar wörtlich: *„... La nature est comme un parterre, dont les fleurs ... comme un assemblé de blondes et de brunes, dont les parures ..."* Besonders schätzte er ihren Kampf gegen Aberglauben, Vorurteil und Dummheit. Was ihm aber nicht daran gefiel, war die Selbstüberschätzung der Aufklärung, die dieses Buch prägt und die mechanistische Betrachtung der Natur, wie auch der „blühende Stil" seiner Sprache. Zudem erschien ihm die einseitige Verehrung von Descartes und Locke „gar nicht weise", worauf das letzte Kapitel von „Micromégas" anspielt. Gewiß schätzte Voltaire John Locke außerordentlich hoch, aber mit gewissen Vorbehalten. (31)

Voltaire hatte gewiß einen guten Überblick über den Stand der Astronomie seiner Zeit. Sehr tiefgehend waren diese Kenntnisse freilich nicht, wie einige Stellen aus seinen „Lettres philosophiques" zeigen, er hatte damals Newton noch nicht recht verstanden (32). Aber er hat sich sehr um die Vertiefung seines Wissens bemüht, vor allem in Cirey in der angenehmen Gesellschaft der MARQUISE DE CHÂTELET, zusammen mit dem deutschen Mathematiker SAMUEL KOENIG und dem italienischen Physiker FRANCESCO ALGOROTTI (Autor des Buchs „Newton pour les dames" (33)). Ein weiterer Grund für Fontenelle, sich über „Micromégas" zu ärgern, war die Tatsache, daß Voltaire nur von „anziehenden und abstoßenden Kräften" spricht, jedoch ignoriert er völlig die für den alten Sekretär sakrosankte cartesische Wirbeltheorie. (Wirbeltheorien hat es auch in der Astronomie des 20. Jahrhunderts gegeben, freilich nie in einem "Lichtäther", dessen Nichtexistenz ALBERT EINSTEIN bewiesen hat. So wurde von F.W. v. WEIZ-

SÄCKER und H. BETHE 1942 eine Wirbelhypothese als kosmogonisches Modell für das Sonnensystem vorgeschlagen worden, um die Bildung von Sonne und Planeten zu erklären, natürlich nicht als „Gravitationsersatz". Es handelt sich dabei um dynamische Wirbel innerhalb der interstellaren Materie, welche zur Bildung von Globulen, Ur-Sternen führen, die dann zu Sternen kondensieren.)

1783 veröffentlichte Voltaire das Werk „ELEMENTS DE LA PHILOSOPHIE NEWTONIENNE", ein damals umstrittenes Buch, das durch anonyme Pamphlete verspottet wurde, wie „Newtonisme de Mr. de Voltaire ou Entretiens d'un Etudiant avec un Docteur Newtonien, par M. S. ... P", das 1779 in Amsterdam erschien. (34)

Der Anlaß zu „Micromégas" indes war ein anderer. Im 14. Brief der „Lettres philosophiques" (Sur Descartes et Newton) schreibt Voltaire: „... *Un Français, qui arrive a Londres, trouve les choses bien changées en philosophie, comme dans tout le reste ... A Paris, vous vous figurez la Terre fait comme un melon; á Londres, elle est aplatie de deux cotes ...* "(35). Es ging nämlich um die Figur der Erde – ein Streit zwischen der Pariser Akademie und den britischen Newtonianern war der Grund für die Gradmessungsex-

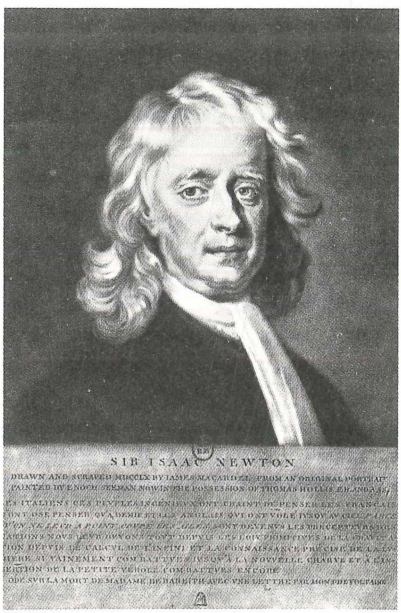


Abb. 5: ISAAK NEWTON

peditionen nach Peru und Finnland. Sie sollten die Abplattung der Erde quantitativ bestimmen. Voltaire erwähnt im 4. Kapitel des „Micromégas", daß die Erde abgeplattet ist, er läßt dies sogar den Zwerg vom Saturn entdecken. „Micromégas" erschien in seiner Erstausgabe 1752; elf Jahre zuvor hatte die Académie nach den Resultaten der Gradmessungen, präsentiert durch ALEXIS CLAIRAUT und PIERRE DE MAUPERTIUS, endlich die tatsächliche Form der Erde anerkannt.
Dazu muß noch eine Burleske erwähnt werden, ein „gefundenes Fressen" für Voltaire. Wohl war er von England begeistert, aber das hinderte ihn nicht daran, auch dort manche Fehler und Dinge zu entdecken, die seine Spottlust herausforderten. Im 1. Kapitel des „Micromégas" wird der schottische Vikar und Liebhaberastronom WILLIAM DERHAM erwähnt (36), welcher angeblich „Löcher" in der Himmelssphäre entdeckt hatte, durch welche man den „Empyräumshimmel" (Feuerhimmel) sehen könnte – Derham suchte eine Annäherung der Astronomie an die Theologie. Doch diese Löcher waren in Wirklichkeit Spiralnebel, ferne Galaxien, welche bereits SIMON MARIUS, FABRICIUS, HEVELIUS und HUYGENS beobachtet hatten. Man wußte damals noch nicht diese Objekte in ein Weltsystem einzuordnen - der erste, der den wahren Charakter dieser „Plätzchen" richtig einschätzte, war IMMANUEL KANT (1755) – seine Vermutung wurde erst 1923 bewiesen durch den 100″-Hooker-Reflektor des Mount Wilson-Observatoriums (HALE, HUBBLE, HUMASON). Derham wollte die antike Ansicht vom „Empyräumshimmel" hinter der Sphäre der Fixsterne wieder aktualisieren. Sein Buch darüber, erschienen 1715, wurde in England sehr ernst genommen. Kant erwähnt es auch in seiner „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels" (vgl. (18).

3. Die französischen Gradmessungen

Der Grieche ERATOSTHENES VON CYRENE (276–195 v. Chr.) war der erste, welcher die lineare Breitendifferenz zwischen Syene und Alexandria messen wollte. Er kannte diese im Winkelmaß durch Bestimmung der Sonnenhöhen an beiden Orten zur Zeit der Solstitien (7°12′). Dies mußte durch ein Längenmaß ausgedrückt werden. Ein schwieriges Unterfangen, da damals die Triangulation noch unbekannt war. Durch einfache Schlußrechnung ließ sich daraus der Erdumfang bestimmen. Es ergab sich der grössenordnungsmäßig richtige Wert von 250000 Stadien, etwa 41000 km, wenn man das attisch-äginische Stadion (etwa 164 m) zugrunde legt. Wie man heute weiß, hatte Eratosthenes dabei Glück, es kompensierten sich

verschiedene Fehler (Alexandria liegt nicht genau im Norden von Syene und die Längenmessung auf solche Entfernungen war sehr unvollkommen). Um 50 v. Chr. unternahm POSIDONIOS eine weitere Messung und kam auf 240000 Stadien (39360 km). Dieser Wert wurde von den Arabern nur unwesentlich verbessert und war das ganze Mittelalter hindurch in Gebrauch. Im Jahre 1525 wollte FERNEL die Breitendifferenz zwischen Paris und Amiens bestimmen, er verwendete dabei ein Meßrad. Sein Ergebnis war ein Erdumfang von 20428560 Toisen (38815 km) – ebenso wie die antiken Geodäten hatte Fernel Glück mit den Meßfehlern. Erst im 17. Jahrhundert war eine Verbesserung der Meßqualität möglich, nach der Erfindung des Fernrohrs und der Einführung der Triangulation durch WILLEBRORD SNELLIUS, sowie der Erfindung neuer Vorrichtungen zum Ablesen der Skalen und Steigerung der Meßgenauigkeit, wie Kreuzstabmikrometer (GASCOIGNE 1640), Nonius oder Vernier (PEDRO NUNHES 1542) und Ablesemikroskop (JANSEN 1609). Der französische Geistliche Abbé JEAN PICARD legte 1653 ein besseres Ergebnis vor – die Überprüfung der Fernelschen Gradmessung ergab einen Wert von 57060 Toisen zwischen Paris und Amiens, entsprechend einem Erdumfang von 40056 km und einem Erddurchmesser von 12750.2 km. ISAAK NEWTON verwendete diesen Wert in seinen „PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA“ (1682, 1713[2], 1726[3]) und zeigte hiermit, daß der Mond unter dem Einfluß der Erdgravitation eine elliptische Bahn beschreibt und daß Erde und Mond um einen gemeinsamen Schwerpunkt laufen, der aber nicht mit dem Erdmittelpunkt zusammenfällt. Voltaire weist im 15. Kapitel seiner „Lettres philosophiques“ darauf hin.

Bisher hatten die Astronomen angenommen, daß die Erde genaue Kugelform aufweise - ein Rest des antiken Denkens. Zwar zeigten die ersten teleskopischen Beobachtungen von Mond, Venus und Mars keine Abweichung von der Kugelgestalt, jedoch umso mehr die späteren Beobachtungen von Jupiter und Saturn durch CASSINI. Auch konnte dieser Autor bei Jupiter eine außerordentlich rasche Achsendrehung von 10 Stunden feststellen (später korrigierte er diesen Wert auf $9^h\ 56^m$). Es lag gewissermaßen auf der Hand, nach einem Zusammenhang zwischen Rotation und Abplattung zu suchen und so nahmen verschiedene Astronomen (NEWTON, HUYGENS, HALLEY) an, daß auch die Erde eine gewisse Abplattung haben könnte. Diese Vermutung erhielt überraschende Aktualität durch ein Ereignis im Jahre 1772. Damals stand der Mars in einer sehr günstigen Perihelopposition und deshalb beschloß die Pariser Akademie, die Marsparallaxe durch korrespondierende Beobachtung dieses Planeten von Paris und von Cayenne aus zu messen. Durch den großen Abstand beider Orte er-



Abb. 6: Giovanni Virgilio Cassini

scheinen die lokalen Rückläufigkeitsschleifen gegen benachbarte Fixsterne etwas verschoben. Doch da Cayenne und Paris nicht auf dem gleichen Meridian liegen, ist eine sehr genaue Zeitmessung in Rechnung zu setzen. Aus der Marsparallaxe sollte die Entfernung dieses Planeten von der Erde bestimmt werden und daraus wieder nach dem 3. Keplerschen Gesetz die Entfernung Erde – Sonne, die Grundlage der astronomischen Entfernungsmessung überhaupt (Astronomische Einheit). Die Pariser Gruppe leitete CASSINI, die von Cayenne JEAN RICHER. Das Ergebnis von 9″.5 war größenordnungsmäßig richtig und entsprach einem Sonnenabstand von 138480000 km (Moderne Werte: 8″.798 ± 0.0005 (37) entsprechend 149576000 km für die große Halbachse der Erdbahn). Doch wurde diese Messung durch einen eigenartigen Umstand beeinflußt: Das in Paris sehr genau einregulierte Pendel der astronomischen Uhr wies in Paris und in Cayenne verschiedene Geschwindigkeiten auf. Richer mußte die Länge des Sekundenpendels um 1.24 Pariser Linien verkürzen. Zurückgekehrt nach Paris war eine Verlängerung um den gleichen Wert nötig. Aus dieser Tatsache schloß Richer, daß Paris dem Erdmittelpunkt näher liege als Cayenne. EDMUND HALLEY bestätigte 1677 dieses Resultat und ISAAC NEWTON sah darin eine Bestätigung seiner Gravitationstheorie. Darum beschloß die Pariser Akademie diese Abplattung durch direkte Messung zu beweisen. Der Picardsche Bogen wurde verlängert bis Dunkerque (Dünkirchen) und Collioure (Roussillon). Den nördlichen Teil maß Cassini, den südlichen Teil PHILIPPE LAHIRE. Das Ergebnis wurde 1701 veröffentlicht (38), aber es war unbefriedigend. JACQUES CASSINI, der Sohn des Initiators wiederholte die Messung und veröffentlichte das Resultat 1720 (39). Aber was dabei herauskam, stand im Widerspruch zu Richer, Halley und Newton. Denn (offenbar waren die Meßdaten vertauscht worden) die Erde müßte nach dieser Messung die Form einer Melone haben und nicht abgeplattet sein. Diese Publikation wurde in England mit Hohngelächter begrüßt. Es kam zu einer scharfen Kontroverse zwischen englischen und französischen Wissenschaftlern, die dadurch noch eine pikante Note erhielt, daß der Schweizer JAKOB BERNOULLI 1735 der Académie eine Arbeit vorlegte, worin diese Melonenform als möglich behauptet wurde. Neues Hohngelächter aus England – und Voltaire stimmte mit ein. Die jungen Mathematiker und Astronomen Frankreichs, vor allem ALEXIS CLAIRAUT – alle waren sie Newton-Anhänger – forderten energisch von der Akademie Taten. Um sich weitere Blamagen zu ersparen, entsandte diese schließlich eine Expedition nach Peru (Äquatornähe) und eine andere nach Lappland (Polnähe), wo man sich bessere Ergebnisse versprach. Die peruanische Gruppe (PIERRE BOUGUER, CHARLES MARIE DE LA CONDAMINE,

FRANCISCO DE ULLOA) bestimmte damals als Einheitsmaß die „Toise de perou", ein Eisenstab, der bei + 13 °Réaumur diese Länge aufwies (umgerechnet 1.94903631 Meter). Dies geschah 1737. Beide Expeditionen hatten ausgezeichnete Erfolge, das Ergebnis sprach eindeutig für eine abgeplattete Erde. MAUPERTUIS und CLAIRAUT trugen die genauen Werte der Académie vor und letzterer veröffentlichte 1743 sein berühmtes Werk „THEORIE DE LA FIGURE DE LA TERRE" – das klassische Werk der Geodäsie. Clairaut hatte in seine Theorie neue Differentialgleichungen für das hydrostatische Gleichgewicht von Flüssigkeiten eingeführt – das war erstmalig eine mathematische Anwendung der Newtonschen Physik auf die Erde. Er war der erste französische Mathematiker, welcher konsequent den von Newton gewiesenen Weg ging. Sein Theorem gestattet die Berechnung der Erdabplattung, der Zentrifugalkraft in der Äquatorzone und der unterschiedlichen Beschleunigungen beim freien Fall in Pol- und in Äquatornähe. Noch vor der Veröffentlichung dieses Lehrsatzes ordnete die Pariser Akademie eine neue Gradmessung an – zu peinlich war doch die Blamage um 1730 gewesen. Dazu sah es die Akademie gar nicht gerne (vor allem ihr Sekretär Fontenelle), daß Clairaut und Maupertuis geschworene Anticartesianer waren. Und diese hatten die Möglichkeit offengelassen, daß die Erde vielleicht Birnenform aufweisen könnte durch unterschiedliche Krümmung des Meridianbogens in der Nord- und Südhalbkugel (eine solche Form wurde um 1966 tatsächlich durch geodätische Erdsatelliten nachgewiesen, doch macht der Krümmungsunterschied nur wenige Meter aus). Die neue Expedition ging nach Kapstadt, ihre Leitung lag in den Händen vom Enkel des G. V. Cassini und Sohn des J. Cassini, CESAR-FRANÇOIS CASSINI, COMTE DE THURY und von JOSEPH JEROME FRANÇOIS DE LALANDE. Das Ergebnis bestätigte die Werte von 1737. Aber die Aktivität der französischen Geodäten ging weiter. Während der Revolution führten PIERRE-FRANÇOIS MECHAIN und JEAN-BAPTISTE JOSEPH DELAMBRE eine neue Messung des Meridianbogens Dunkerque-Paris-Collioure durch, sie verlängerten ihn auf spanisches Gebiet über Barcelona bis zur Insel Formentera. Dieser Bogen hatte einen Zentriwinkel von 12 °22′ 13″. Durch die Kriegswirren endeten diese Messungen erst 1808, sie wurden abgeschlossen durch DOMINIQUE FRANÇOIS ARAGO und JEAN-BAPTISTE BIOT. Diese Gruppe fiel während der Napoleonischen Kriege in die Hände der Spanier. Arago, Biot und Méchain wurden in der Festung Castellón de la Plana interniert. Méchain starb dort 1804. Das Ergebnis dieser Messung war ein gemeinsamer Maßstab, eine Einheit, welche die Toise (ein ursprünglich subjektives königliches Maß, nämlich die Distanz zwischen den Fingerspitzen der ausgestreckten Arme des Königs (Ludwig XIV.) durch ein neutrales, einheitli-

ches Maß ersetzen sollte, nämlich unser metrisches Maß. Nach der Definition der Pariser Akademie entspricht ein Meter = 1/40000000 des Erdumfangs, entsprechend 0.513074 Toisen oder 443.296 Pariser Linien.

4. Micromegas und die moderne Astronomie

Voltaire verfügte wie gesagt über einen guten Überblick über die Astronomie seines Zeitalters. Aber man muß bedenken, daß damals die empirische Basis der teleskopischen Astronomie noch sehr schmal war, deshalb auch zunächst das Emporkommen der Himmelsmechanik, der mathematisch fundierten theoretischen Astronomie.
Die Refraktoren mußten wegen der sphärischen und chromatischen Aberration, welche die Bilder verzerrten und unscharf machten, sehr lang und schwerfällig gebaut werden. Die achromatischen Linsenkombinationen wurden erst Ende des 18. Jahrhunderts erfunden (JOHN DOLLOND). Wohl vermieden die durch NEWTON in die Astronomie eingeführten Spiegelteleskope diese Fehler, aber man mußte erst lernen, mit ihnen umzugehen. Doch ist es erstaunlich, was alles mit diesen unvollkommenen Geräten geleistet wurde. Voltaire war sich darüber völlig im Klaren. Schade, daß er Newton nie persönlich kennengelernt hat. Nun war er kein ausgesprochener Astronom und Physiker, seine Stärke waren die Geisteswissenschaften (wenn er auch nie ein eigenes philosophisches System entwickelt hat). Man hat Voltaire mit Recht vorgeworfen, daß er den Newton nicht richtig verstanden hat. In einem anonymen Pamphlet gegen ihn ist auf dem hübschen Titelbild die Muse Urania dargestellt, die Voltaire eine Brille überreicht, damit er Newtons Werke richtig lesen könne („... *Uranie presente des lunettes à Voltaire que lit Newton de travers* ..." (40)). So ist es kein Wunder, daß sich Voltaire vielfach auf dem Gebiet der reinen Spekulation bewegt. So schreibt Micromegas jedem Himmelskörper andere „Eigenschaften" zu. Das ist insofern richtig, wenn es um die numerischen Werte der physikalischen Zustände geht, wie Masse, Dichte, Temperatur, Leuchtkraft, Parallaxe. Die chemische Zusammensetzung konnte Voltaire natürlich nicht kennen. Erst die Spektralanalyse, gut 100 Jahre später hat darüber Aufschluß geben können. Aber die Qualitäten gelten für alle Himmelskör-

---

Abb. 7: Frontispiz eines anonymen Pamphlets gegen Voltaire. Die Muse Urania überreicht Voltaire eine Brille, weil er ein Buch von Newton quer liest.



per, es gibt keinen, der mehr Eigenschaften hat als der andere. Und was sich später herausgestellt hat: So unterschiedlich die chemische Zusammensetzung der Gestirne ist, so einheitlich ist die Materie. Im Grunde genommen leitet sich alles vom Wasserstoff ab. Es ist also unmöglich, daß die Materie des Saturn weniger Eigenschaften aufweist als jene des Sirius, es sind nur andere Daten. Wahrscheinlich betrachtet Voltaire den Begriff „Eigenschaft" aus einer psychologischen Perspektive. Denn Micromegas verfügt über tausend Sinne, der Zwerg vom Saturn nur über 72 – mit anderen Worten: Den Saturnianern fehlen die erkenntnistheoretischen Voraussetzungen für die Entdeckung aller Qualitäten ihrer Planetenmaterie, die aber Micromegas wohl erkennen kann.

Voltaire glaubte auch, wie die Mehrzahl seiner gebildeten Zeitgenossen an Leben auf den anderen Planeten. Auch Kant gehört hierzu – der schändliche, bis heute unvergessene Tod des Giordano Bruno 1601 war ein Fanal für die Aufklärer. Kant brachte in seiner Habilitationsschrift „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels" (41), die drei Jahre nach der ersten Auflage des „Micromégas" erschien, mehrere Kapitel, welche die Planetenbewohner behandeln. Schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts hat dieser aufklärerische Optimismus einen Dämpfer bekommen, als es möglich wurde, die Oberflächentemperaturen der Planeten zu bestimmen. Lebensverdächtig waren nach dem 2. Weltkrieg nur noch Mars und Venus. Und er ging zu Ende, als amerikanische und sowjetische Raumsonden zwischen 1964 und 1980 die Oberflächen dieser Planeten untersuchten. Die Experimente der beiden Marslander VIKING I und VIKING II auf der Marsoberfläche im August – September 1976 weisen auf keinerlei Leben hin. Die Temperatur ist zu niedrig, der Luftdruck zu gering (nur etwa 7 Millibar) und die Atmospäre besteht größtenteils aus CO_2. Wasser hat früher einmal eine Rolle gespielt, jetzt existiert es nur noch als gefrorenes Grundwasser oder als Reif auf den Polkappen. Es ist wenig wahrscheinlich, daß auf dem Mars jemals Leben existiert hat. Bei der Venus ist das Gegensteil der Fall: Oberflächentemperaturen über 500 °K, ein atmospärischer Druck von etwa 80–90 Atmosphären, dazu eine lebensfeindliche Zusammensetzung der Venusatmosphäre (CO_2, N, SO_2, SO_3, S) – für Leben auf Eiweißbasis erscheint sie ungeeignet. Die äußeren Planeten scheiden wegen ihrer extremen physikalischen Zustände (sehr starke Anziehungskräfte, keine festen Oberflächen, metallischer Wasserstoff, tiefe Temperaturen) und wegen der großen Sonnenentfernung für Leben aus. Vielleicht bestehen innerhalb der Jupiteratmosphäre Aminosäuren und Komplexe daraus, gewissermaßen biologische Vorstufen, „Lebenskeime". Ihre Zusammensetzung (CH_4, NH_3, P) läßt solches als möglich

erscheinen. Völlig auszuschließen ist eine Biosphäre bei Mond (die Raumfahrer haben hierfür den Nachweis erbracht), Merkur, Uranus, Neptun und Pluto. Doch damit ist Giordano Bruno nicht ad absurdum geführt. Es existieren Billionen von Sonnen und sicher ist unser Planetensystem kein Einzelfall im Universum, ebensowenig das Leben auf der Erde.
Die „Qualitäten" Voltaires, besser gesagt die physikalischen Zustandsgrößen der Sterne, gestatten eine Einordnung in eine Typologie auf Grund bestimmter Gesetzmäßigkeiten, wie dies EJNAR HERTZSPRUNG und HENRY NORRIS RUSSEL zwischen 1906 und 1913 taten und wie sie uns heute in der Harvard-Klassifikation der Spektraltypen vorliegt. Micromegas behauptet, daß sein Heimatstern rotes Licht ausstrahle. Das stimmt gar nicht. Ob Voltaire nicht den Sirius mit einem anderen Stern verwechselt hat, vielleicht mit der rötlichen Beteigeuze? Es erscheint unglaublich, aber PTOLEMAIOS sagt genau dasselbe vom Sirius. Babylonische Keilschrifttexte um 700 v. Chr. bezeichnen Sirius als „kupferfarben", Aratus (um 250 v. Chr.) nennt ihn bunt. Im alten Rom wurden zur Zeit des heliakischen Aufgangs des Sirius (Ende Juli) Hunde mit rötlichem Fell geopfert. Neuerdings wurde im Sternverzeichnis des fränkischen Erzbischofs Gregor von Tours (um 580 n. Chr.) gefunden, daß der Sirius als „stella rubeola" bezeichnet wird. (42). Sollte der Siriusbegleiter die Entwicklung vom Roten Riesen zum Weißen Zwerg tatsächlich in der für die Sternentwicklung sehr kurzen Zeit von etwa 2 000 Jahren durchlaufen haben? Nach Meinung der Theoretischen Astrophysik ist dies nicht möglich. Aber die Frage ist, wieso Voltaire auf „rot" kommt. Denn der Sirius erscheint uns als bläulichweiße Sonne mit dem Spektraltyp A 1 mit einer scheinbaren Helligkeit von −1.43 Größenklassen und einer jährlichen Parallaxe von 0″.374, was einer Entfernung von etwa 8.6 Lichtjahren entspricht (2.67 Parsec). Die absolute Helligkeit (gesehen aus 10 Parsec = 32.6 Lichtjahren) ist + 1.3. Die jährliche Parallaxe wurde erst um 1880 durch DAVID GILL mit dem Fraunhoferschen Heliometer gemessen. Die Oberflächentemperatur des Sirius ist etwa 12 000 °. Ein Planet, der ihn im Erdabstand umkreist, würde glühen. Micromegas spricht von 39 Farben, welche die Siriusbewohner unterscheiden können, im Vergleich zu den „sieben" Regenbogenfarben des Sonnenspektrums (Voltaire weist hier indirekt auf Newton und seine Farbentheorie hin). Hierzu ist folgendes zu sagen: Die Sternfarben sind abhängig von Masse und Temperatur, wie dies bereits ANGELO SECCHI im 19. Jahrhundert gefunden hat. Was wir mit der Farbe eines Sternes bezeichnen, ist in Wirklichkeit die Umgebung des Maximums der Helligkeitskurve im Spektrum. Farbe und Temperatur sind durch das Gesetz von STEFAN-BOLTZMANN miteinander verbunden. Bei unserer Sonne liegt das Hellig-

keitsmaximum wegen der niedrigeren Photospären-Temperatur im Bereich des Gelb, bei Sirius zwischen Grün und Blau. Die Grundfarben des Spektrums bestehen jedoch überall aus den „sieben" Regenbogenfarben. Für die „39 Farben" des Micromegas bieten sich zwei Möglichkeiten an: Entweder hat der Riese einen größeren Wahrnehmungsbereich, der auch Infrarot und Ultraviolett einschließt – in diesem Falle wäre Voltaire ein Prophet. Oder er definiert die Farben des gleichen Spektralbereichs mittels seiner Sprache anders als sein Reisekamerad (43) – die Sprachpsychologie hat auf solches hingewiesen. Abgesehen davon, wenn der Zwerg vom Saturn gerade sieben Regenbogenfarben erwähnt, so hat dies mit exakter Kolorimetrie nichts zu tun. Die Zahl 7 ist eine willkürliche volkstümliche Bezeichnung.

Micromegas behauptet, daß er noch Sterne 50. Größe erkennen kann. Zur Zeit Voltaires existierte noch keine exakte Helligkeitsskala, keine Astrophotometrie. Gewiß gab es Ansätze hierzu, bereits Huygens hatte auf diesem Gebiet Versuche unternommen. Anstoß gaben die Arbeiten von Herschel (Vater und Sohn). Aber man mußte seine Zuflucht noch zur Helligkeitsskala des Ptolemaios im Almagest nehmen. Die Definition der visuellen (scheinbaren) Helligkeit der Sterne ist den Psychophysikern zu danken – hier sind vor allem Ernst Heinrich Weber, Gustav Theodor Fechner und Wilhelm Wundt zu nennen. Ihre Anwendung auf die Astronomie geht vor allem auf Friedrich Wilhelm Argelander (Stufenschätzungsmethode) und N. R. Pogson zurück. Letzterer lieferte die mathematische Definition der Sternhelligkeit. Die lichtstärksten Teleskope der Gegenwart zeigen Sterne mit einer Grenzhelligkeit von +26. Sterne 50. Größe zu erkennen ist auch heute noch eine Utopie, denn die Helligkeitsskala wächst im Sinne einer arithmetischen Reihe, indes die tatsächlichen Helligkeiten im Sinne einer geometrischen Reihe abnehmen.

Was den Sirius betrifft, den Heimatstern des Micromegas, so bewegte sich Voltaire auf dem Gebiet der reinen Spekulation. Damals waren weder Durchmesser noch Parallaxe bekannt. Voltaire betrachtete ihn als Nachbarsonne wegen seiner großen Helligkeit. Damals waren Komponenten des Sirius unbekannt. Josef Bessel nahm 1838 auf Grund der Störung der Eigenbewegung des Sirius einen Begleiter an und Alvan Clark entdeckte ihn 1862, als er ein neues Fernrohr mit Hilfe dieses Sternes fokusieren wollte. Es handelt sich um einen Weißen Zwerg, etwa mit Sonnenmasse, aber mit einem Durchmesser in der Größenordnung des Uranusdurchmessers (etwa 4 Erddurchmesser). Deshalb ist die Dichte dieses Sternes beträchtlich, ein Liter dieser Substanz würde etwa 100 Tonnen wiegen. Ein hypothetischer Bewohner dieses Sterns müßte tatsächlich die Kraft eines

Micromegas haben, um sich innerhalb dieses ungeheueren Schwerefeldes überhaupt bewegen zu können. Dabei handelt es sich um eine Sonne, nicht um einen Planeten. Ob er sich tatsächlich innerhalb weniger Jahrhunderte aus einem Roten Riesen entwickelt hat, ist wie gesagt ein Problem. Sirius II besteht aus „entartetem Elektronengas" (CHANDRASEKHAR (45) mit der scheinbaren Helligkeit +8.7 und dem Spektraltyp DA 5. Nach Voltaire hat dieser „Planet" einen Umfang (Durchmesser) von 21 600000 Erdumfängen (bezw. Erddurchmessern).
Doch was Sterndurchmesser betrifft, war Voltaire auf pure Spekulation angewiesen. Die ersten Bestimmungen von Fixsterndurchmessern wurden von E. HERTZSPRUNG und E. NICHOLSON (46) in den Zwanzigerjahren dieses Jahrhunderts mit dem Interferometer durchgeführt. Es hat sich herausgestellt, daß nach der Theorie Durchmesser dieser Größenordnung nicht existieren können. Ein solcher Stern hätte nämlich einen Durchmesser, der die Erdbahn 1838.4 mal übertreffen würde. Der Siriusdurchmesser selbst beträgt 220 Erddurchmesser, er ist also doppelt so groß wie derjenige der Sonne mit 109 Erddurchmessern.
Nach Voltaire beträgt die Lichtzeit zwischen Erde und Sonne 6.5 Lichtminuten - diesen Wert teilt er in seinen „Lettres philosophiques" mit. Die Lichtgeschwindigkeit wurde 1676 durch OLAF RÖMER mit Hilfe der Jupitermonde bestimmt. Doch ist diese Methode sehr anfällig für Fehler, denn man muß ausgehen von der Differenz Beobachtung – Rechnung der Finsterniserscheinungen der Jupitermonde. Wenn Jupiter in Sonnennähe steht, dann ist eine Beobachtung unmöglich. Es müßten Beobachtungen über Jahrzehnte hinweg gemacht werden, um an den wahren Wert der Lichtzeit heranzukommen. Zudem müßten die Jupitermonde bestimmte Bedingungen für ihre Erscheinungen erfüllen, vor allem müßte der Zeitpunkt der Verfinsterung oder der Kontakte mit dem Planetenrand sehr genau gemessen werden und das ist nur schwierig durchzuführen. Der heutige Wert der Lichtzeit beträgt 498.7^{s} oder $8^{m}18^{s}.7$ (U.A.I. Grenoble 1976) für die Astronomische Einheit (große Halbachse der Erdbahn (47). Voltaire gibt den Römerschen Wert an, entsprechend einer Lichtgeschwindigkeit von 214300 km/sek. Nach dem Wert Voltaires für die Lichtzeit Erde – Sonne müßte dieser Abstand nur 83.58 Mill. km betragen – viel schlechter als der Cassini/Richersche Wert von 138400 Mill. km., entsprechend einer Lichtzeit von 461.3 Lichtsekunden. Der von der U.A.I angegebene moderne Wert geht aus von einer Sonnenparallaxe von 8''.798, einem Äquatorradius der Erde von 6378.14 km und einer Lichtgeschwindigkeit von 299792.458 km/sec (48).
Mars ist nicht fünfmal kleiner als die Erde, sondern 6.6mal, wenn man die

Volumina vergleicht. Gemäß U.A.I (Grenoble 1976) beträgt der Durchmesser des Mars 6794.4 km, bei Verwendung der Meßergebnisse der Marssonden Mariner 6,7 und 9 (1969 und 1971). (49) Voltaire gibt die Distanz zwischen Jupiter und Saturn mit 150 Millionen Meilen an. Dieser Wert leitet sich von der Cassinischen Sonnenparallaxe ab (1672), ist aber sehr großzügig behandelt. Der genaue Wert ist nach Cassini 154.9 Millionen Meilen. Die beiden Marsmonde Phobos und Daimos waren im 18. Jahrhundert noch unbekannt, sie wurden 1877 durch ASAPH HALL entdeckt. Voltaire hat die beiden Monde dem Buch „Gullivers Reisen" (J. Swift) übernommen. Seltsam ist nur, daß die von Swift angegebenen Bahnen recht gut mit den modernen Werten übereinstimmen. Es ist kaum möglich, daß ein Astronom des frühen 18. Jahrhunderts die Marsmonde mit den damals noch recht unvollkommenen Fernrohren hätte sehen können. Doch scheinen hier andere Dinge mitzuspielen. Der erste, der von möglichen Marsmonden sprach, war JOHANNES KEPLER, der folgendes an GALILEI schrieb: „... Fern davon die Existenz der vier Jupitermonde zu leugnen, würde es mir gefallen noch vor Euch, wenn möglich, zwei Marsmonde zu entdecken. Die proportionalen Dimensionen scheinen solches zu verlangen; sechs oder acht Saturnmonde und vielleicht ein Mond von Merkur und Venus (50, 51). Voltaire war als Positivist durchaus einverstanden mit einer solchen Art des Folgerns, die übrigens bei den Philosophen der Aufklärung in hohem Ansehen stand. Und außerdem entdeckte JOHANN ELERT BODE im 18. Jahrhundert eine Zahlenfolge, die recht gut die Verhältnisse der großen Halbachsen der Planetenbahnen ausdrückt und die mit der Entdeckung des Uranus durch FRIEDRICH WILHELM HERSCHEL eine Bestätigung fand. Neptun fällt heraus, aber Pluto paßt wiederum gut in diese BODE-TITIUS-REIHE, ebenso wie die Bahnen der größten Kleinplaneten Ceres, Pallas, Juno und Vesta (52). Zu den Swiftschen Marsmonden kann man annehmen, daß der Autor, ebenso wie Voltaire, ihren Spott über solche Gelehrtentypen ausschütten, die in einer Welt contra naturam leben und die Natur der Ratío unterstellen wollen. Das gilt ebenso für die verrückten Gelehrten der geheimnisvollen Insel Laputa wie für diejenigen in dem Schiffchen auf dem Daumennagel des Micromegas.

Im 7. Kapitel fragt der Riese vom Sirius die Wissenschaftler-Milben nach dem Winkelabstand zwischen *„... l'étoille de la Canicule a la grande étoille des Gémeaux"*. Die Antwort ist einstimmig: *„Trente-deux degrés et demi."* Aber welchen Stern bezeichnet Voltaire als „Canicule" - Hundsstern? Es gibt davon zwei, den Sirius (α Canis Majoris) und den Prokyon (α Canis Minoris). Wahrscheinlich bezieht sich Voltaire auf den Prokyon, der in Frankreich häufig „Canicule" genannt wird. Denn keinerlei Bogen

zwischen Sirius und einem der beiden hellen Sterne der Zwillinge entspricht einem Winkel von 32°.5. So beträgt der Bogen zwischen Sirius und Pollux (β Geminorum) 47°02'.8 (1976), indes der Bogen Prokyon-Pollux 22°50'.0 (1976) beträgt, zehn Grad weniger als Voltaire sagt. Im Fall von Castor (α Geminorum) beträgt der Bogen zum Prokyon 26°40'.7 (1976). Die Distanz zwischen Sirius und Prokyon beträgt 25°42'.0 (1976)
Die äquatorialen Koordinaten der beiden „Hundssterne" und der beiden „großen Sterne in den Zwillingen" betrugen 1737 (unter Berücksichtigung der Präzession, der säkularen Variation und der Eigenbewegung:

α CANIS MAJORIS (SIRIUS)	$6^h\,33^m\,34^s.06$	$-16°\,29'\,10''.4$
α CANIS MINORIS (PROKYON)	7 25 31 .27	+ 5 52 27 .8
α GEMINORUM (CASTOR)	7 10 28 .87	+32 26 00 .5
β GEMINORUM (POLLUX)	7 29 10 .64	+28 37 56 .3

Somit waren damals die Winkelabstände:

Sirius – Castor:	49°42'40''.3	Prokyon-Castor:	26°47'23''.0
Sirius-Pollux:	47 04 44 .6	Prokyon-Pollux:	22 46 27 .7 (53)

Keiner dieser Bögen erreicht den von Voltaire angegebenen Wert. In diesem Abstand von Prokyon steht überhaupt kein heller Fixstern. μ und η Geminorum sind kleine Sterne 3. Größe, der Sternhaufen M 35 sowie die Sterne 1,3 und 5 Geminorum sind ohne Instrument kaum sichtbar und 132 Tauri ist 5. Größe und gehört zum Stier.
Demnach kann der „grande étoille dans les Gémeaux" kein Fixstern sein. Wie sieht es mit den Planeten aus?
In dieser Himmelsgegend standen am 5. Juli 1737 Merkur, Venus und Saturn. Zudem befand sich die Sonne in den Zwillingen in der Nähe von ω Geminorum. Merkur kommt nicht in Betracht wegen seiner Sonnennähe, sein Elongationswinkel betrug an diesem Tag nur –4° (westlich der Sonne), er war deshalb unsichtbar. Im benachbarten Stier stand Saturn, der „Heimatstern des Zwergs", unweit von β Tauri (El Nath), jedoch bereits an der Grenze des Sternbilds der Zwillinge. Saturn hatte am 13. Juni seine Konjunktion zur Sonne durchlaufen und ging knapp eine Stunde vor ihr auf, stand also am hellen Dämmerungshimmel. In den nordischen Breiten Lapplands mit den hellen Nächten war er unsichtbar. Der Bogen Saturn-Prokyon betrug zu diesem Zeitpunkt 34°.7, der angegebene Abstand von 32°.5 wurde am 4. Dezember 1737 erreicht. Wenige Tage später kam Saturn in Opposition zur Sonne, seine Ringöffnung war nahezu maximal. Er war ein auffälliges Objekt mit einer Helligkeit von –0.9 Größenklassen. Zum Oppositonsdatum am 18. 12. 1737 betrug sein Winkelab-

stand zum Prokyon 32°.11, was mit dem Voltaireschen Wert gut übereinstimmt.
Der lichte Morgenstern Venus stand damals nahe bei Saturn, jedoch mit einem Elongationswinkel von –29°. Mit –4.2 Größenklassen war Venus damals das hellste Objekt am Morgenhimmel und fiel sogar am hellen Dämmerungshimmel auf. Zwanzig Tage zuvor hatte sie ihre untere Konjunktion zur Sonne durchlaufen und befand sich in größter Erdnähe. Ihren größten Glanz erreichte sie am 20. Juli. Am 25. Juli erreichte der Bogen Venus-Prokyon den Voltaireschen Wert von 32°.5. Ob Voltaire die Venus gemeint hat? Dies erscheint durchaus plausibel.
Man könnte annehmen, daß der „grande étoille" die Sonne war, die ja auch in den Zwillingen stand. Aber ihre Winkeldistanz von Prokyon betrug an diesem Tag nur 18°.3, der kritische Wert war am 14. Juni durchlaufen worden, also nahe der unteren Konjunktion der Venus, und wurde am 16. August nochmals erreicht.
Der Mond scheidet aus. Er befand sich am 5. Juli um 7 Uhr Weltzeit im ersten Viertel und im Sternbild der Jungfrau, unweit von α Virginis, Spica.
Es ist seltsam, der Mond wird in „Micromégas" niemals erwähnt, nur einmal auf indirekte Art, wobei von der Entfernung von der Erde die Rede ist. (54)
Ein weiterer Punkt ist bemerkenswert: Nie erwähnt Micromegas seinen Heimatstern den „Milben" gegenüber. Er spricht wohl von „canicule", sagt aber nichts über seine Herkunft, ebenso wie der Zwerg vom Saturn.

5. Schlußgedanken

Diese „conte philosophique" Voltaires ist tatsächlich ein kleines Meisterwerk. Bei aller Phantasie und Spekulation, der Hintergrund bleibt stets ernsthaft und realistisch, der philosophische wie der astronomische. Ebenso wie Cyrano und Swift zeigt sich Voltaire als Skeptiker, wenn nicht als Pessimist. Freilich schätzte er die Mathematik und die Astronomie sehr hoch. Doch hat er niemals diese Wissenschaften überbewertet in dem Sinne, wie es etwa 60 Jahre später sein Landsmann Pierre Simon Comte de Laplace tat, daß es eine Weltformel geben könnte, welche mehr oder weniger die Mathematisierung aller Wissenschaft ermöglicht. Die Zukunft, insbesondere die Diskussion um den Operationalismus in den Sechzigerjahren dieses Jahrhunderts hat ihm recht gegeben. Heute weiß man, daß strenge Kausalität ein Grenzfall ist, daß man mit wahrscheinlichkeitstheoretischen Modellen arbeiten muß und daß die Erkenntnis der absoluten Wahrheit nur in seltenen Ausnahmefällen gelingt – meist kann man nur

ihre Grenzen erkennen, innerhalb welcher sie zu suchen ist. Würde Voltaire heute auferstehen, gewiß würde er Satiren verfassen über diejenigen, die glauben, daß alle Wissenschaft mathematisierbar ist und dabei zu superexakten Feststellungen von belanglosen Details kommen. Man könnte sich vorstellen – man hört geradezu sein spöttisches Lachen – daß er einen „Philosophen" erwähnt, der ein Kunstwerk mathematisieren will, vielleicht ein Werk von Rembrandt oder Dürer, nach Inhalt, Form und Technik. Denn jeder Pinselstrich, jeder Farbton kann ja in physikalischen, chemischen und mathematischen Kategorien ausgedrückt werden, ganz zu schweigen von „Zeichentheorie, Kommunikation, Informationsgehalt in bytes" oder gar von einer psychoanalytischen Interpretation im Sinne von FREUD.

Noch eine andere Sache würde er verspotten. Im Mittelpunkt seines Denkens stand nämlich nicht die reine Wissenschaft, sondern der Mensch. Voltaires Ziel war im Grunde genommen eine Befreiung des Menschen aus den Fesseln von Aberglauben und Dummheit und eine moralische Besserung. Aber sicher hat er geahnt, daß es gefährlich ist, „den Ewig-Blinden des Lichts Himmelsfackel zu leihen", wie es F. v. SCHILLER ausgedrückt hat – die Folge wäre Unglück und Katastrophen. Die Philosophen-Milben in dem Schifflein sind sich nur über Zahlen und Strukturen einig, obwohl sie alle Aufklärer sind. Von der Materie kennen sie nur den äußeren Anschein der Dinge, ihr Wesen begreifen sie nicht. Noch weniger kennen sie ihre eigene Seele – jeder hat da eine andere Auffassung. Aber auch den Menschen des 20. Jahrhunderts geht es nicht besser. Sie haben ein wesentlich größeres Weltbild als die des 18. Jahrhunderts – größer und rätselhafter zugleich. Der Mensch dringt ein in den Bereich der Atome, er untersucht die Elementarteilchen der Materie und schickt sich an, die Planetenräume zu erobern. Künstliche Satelliten umkreisen die Erde, verschiedene Male haben Menschen den Mond betreten und automatische Raumsonden haben von den Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn mehr Informationen in zwanzig Jahren geliefert als die ganze Geschichte der Astronomie. Doch leider zerstört er mit Hilfe ebendieser Technik seine eigenen Lebensgrundlagen und die Umwelt – immer noch gibt es Kriege und die heutigen Vernichtungswaffen könnten alles Leben auf der Erde ausrotten. Würde Voltaire heute seinen „Micromégas" schreiben, dann würde er sicher über eine Art von „Raumfahrt" spotten, die mit Hilfe militärischer Spionagesatelliten die Erde im Namen des Fortschritts bedroht. Zweifellos bringen sie eine Fülle von Informationen ein, die auch für die Wissenschaft von Bedeutung sind. Aber was kommt dabei heraus? Teflonbeschichtete Bratpfannen, wo nichts anbrennt – nur leider gibt es für einen sehr großen Teil der Mensch-

heit nichts zu braten! Und während die Großmächte für einen sinnlosen Rüstungswettlauf Milliardenbeträge ausgeben, stirbt ein Großteil der Menschheit an Hunger.
Voltaire hat sich in seinem „Micromégas" als Skeptiker gezeigt. Es ist also durchaus möglich, daß er – bei aller Hochschätzung der Ratio – gelegentlich Zweifel hatte, ob denn diese wirklich „Herr im Haus" ist. Wenige Jahre später tat dies IMMANUEL KANT mit seiner „Kritik der reinen Vernunft", womit er das Zeitalter der Romantik einläutete. Voltaire als Propagandist der Aufklärung ist an ihre Grenzen gestoßen.
Ein auferstandener Voltaire würde sich heute fragen, was aus dem Gedankengut geworden ist, das er so engagiert vertreten hat. Er würde zweierlei bemerken. Zunächst einmal, daß es lange Zeit nicht ins Volk gedrungen ist – nur bestimmte gesellschaftliche Schichten hatten es sich angeeignet, Teile des Adels und des Bürgertums. Die kleinen Bauern, Handwerker, Arbeiter waren davon unberührt geblieben. Die große Revolution, welche die Ratio auf ihre Fahnen geschrieben hatte, vernichtete gerade diese Gruppen, welche das Geistesgut der Aufklärung vertraten. Die napoleonischen Kriege, die Restauration taten nur sehr wenig, um die volksbildnerischen Ideen des großen CONDORCET in die Tat umzusetzen. Nach dem verlorenen Kriege 1870/71, als die Republik Bestandsaufnahme machte, stellte sich heraus, daß es in die Nation Voltaires noch nahezu 30 % Analphabeten gab. Daß diese heute verschwunden sind, ist nur indirekt eine Nachwirkung der Illustration – die Ursachen sind komplex. Und dann würde Voltaire etwas bemerken, das sich stolz „Zweite Aufklärung" nennt – den Sieg der Technik, wobei der Mensch zugrunde geht an der Zerstörung seiner Umwelt und an seiner eigenen Aggressivität. Während es der eigentlichen Aufklärung um den Menschen ging, um eine moralische und intellektuelle Verbesserung des Individuums und der Gesellschaft, wird Moral heute nahezu ausgeklammert, ignoriert. Angesichts dessen würde Voltaire schweigen!

Literatur und Anmerkungen

(1) VOLTAIRE: MICROMEGAS. Nouveaux classiques Larousse, Paris 1970, ed. G. Picot MICROMEGAS. Voltaire, romans et contes. Edition intégrale, textes, variantes, notes et bibliographies etablies par R. Groos. Bibliothèque NRF de la Pleiade. Paris 1954
An Sekundärliteratur sind vor allem zu nennen: BARBER, W. H.: The Genesis of Voltaire's Micromégas. In: French Studies, Jan. 1957, Oxford. Ferner: WADE, O.: Voltaire's Micromégas. Princeton 1950.

(2) FONTENELLE, B.: ENTRETIENS SUR LA PLURALITE DES MONDES. Kritische Ausgabe von

A. Calame, Paris 1966. Sehr interessant ist die englische Ausgabe von R. SHACKLETON, Clarendon Press, Oxford 1955, allein schon durch die astronomischen Kommentare.

(3) NEWTON, I.: PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA. London 1687

(4) LUKIAN VON SAMOSATE: VERA HISTORIA und ICAROMENIPPOS
Griechische Ausgaben: Florenz 1469, 1503, 1522, 1526, 1553. Griech.-lat. Ausgaben: 1615, 1619. Moderne Ausgaben: Leipzig 1836/37, Paris 1840, Rostock 1880, Berlin 1888. Berühmte Übersetzungen stammen von Ch. M. WIELAND (Leipzig 1788), PAULY (Stuttgart 1827) und FISCHER (Berlin 1884). J. KEPLER lieferte eine berühmte lateinische Übersetzung (1634 posthum)

(5) CYRANO DE BERGERAC: HISTOIRE COMIQUE OU VOYAGE DANS LA LUNE, Paris 1650 (ohne Privileg), offiziell 1655. Cyrano ist Satiriker, Libertin, der typische Vertreter der Frühaufklärung. Er nimmt bewußt auf Lukian Bezug „... und benutzt den Rahmen einer Reise zum Mond als Alibi, um kirchliche und staatliche Institutionen zu persiflieren und um liberale Ideen zu proklamieren, was zur Zeit der Gegenreformation mit höchster Gefahr für das Leben eines Autors verbunden war." (W. H. FRIEDRICH – W. KILLY, in: FISCHER-LEXIKON LITERATUR, Bd. 2/2, S. 595, Frankfurt 1965)

(6) SWIFT, J.: TRAVELS OF GULLIVER. London 1726, vollständige Ausgabe London 1755. Dieses Buch hat die Form eines Reiseberichts. So erscheint die Satire viel feiner als diejenige Voltaires. Die Rache der dadurch betroffenen britischen Gesellschaft war die Umwandlung dieser sozialkritischen Erzählungen in märchenhafte Kindergeschichten unter Weglassung aller anstößigen Stellen.

(7) PLUTARCH VON CHAIRONAIA: DE FACIE IN ORBE LUNAE – περὶ του εμφαινομένου προσώπου πῷ κύκλῳ πῆς σελήνης
Deutsche Ausgabe: Das Mondgesicht. Zürich 1968. Übersetzung und Kommentar von G. Goergemanns.

(8) KEPLER, J.: JOH. KEPLERI MATHEMATICI OLIM IMPERATORI SOMNIUM, SEU OPUS POSTHUMUS DE ASTRONOMIA LUNARI. 1634, Neuauflage 1870, Übersetzung ins Deutsche von L. Günther, Berlin 1889.

(9) GODWIN, F.: THE MAN IN THE MOON. London 1638

(10) WILKINS, J.: A NEW WORLD IN THE MOON. London 1639

(11) KIRCHER, A.: ITER EXTATICUM COELESTE QUO MUNDI OPIFICIUM. Würzburg 1665
Eine zweite und dritte Auflage besorgte KASPAR SCHOTT S.J., ein Schüler Kirchers unter dem Titel „ITER EXTATICUM KIRCHERIANUM" Würzburg 1671

(12) VERNE, J.: DE LA TERRE A LA LUNE. Paris 1865

(13) FONTENELLE, B.: Vgl. (2), siehe auch: VOLK, O.: Bemerkungen zur Geschichte der Himmelsmechanik. In: CELESTIAL MECANICS, 2, Doordrecht/NL 1970
Nach VOLK erschien die erste englische Übersetzung der „Entretiens" 1687, deutsche Übersetzungen 1726 und 1780, eine russische Übersetzung 1740, eine italienische Ausgabe 1711, eine spanische Ausgabe 1712, zudem erschienen holländische und neugriechische Übersetzungen. Das Original erschien 1686, der Vatikan setzte es auf den „Index librorum prohibitorum" 1687.

(14) VOLTAIRE: LETTRES PHILOSOPHIQUES. Paris 1964, 14. Brief „Sur Descartes et Newton".

(15) CASSINI, G.V.: OPERA ASTRONOMICA, Roma 1866 (Posthume Ausgabe des Gesamtwerks). Über die Luftfernrohre Cassinis vgl. RIECKHER, R.: FERNROHRE UND IHRE MEISTER. Berlin 1957

(16) VOLTAIRE: Die Ausgabe (1) enthält einen ausgezeichneten Kommentar, die zweite erwähnte Ausgabe lediglich einen literarischen und bibliographischen Kommentar.

(17) SWIFT, J.: Vgl. (6). Hierzu existiert ein ausgezeichneter Kommentar in der deutschen Ausgabe „Insel-Taschenbuch" Nr. 58, Frankfurt/M. 1974, Copyright Aufbau-Verlag Berlin-Weimar.

(18) – Über den Dualismus gibt es einen ausgezeichneten Kommentar von R. KRAFT im Anhang des Werks von I. KANT: ALLGEMEINE NATURGESCHICHTE UND THEORIE DES HIMMELS. München 1971.

(19) – Zum Begriff der idealen und realen Strukturen: Nach H. E. HENGSTENBERG existieren ideale Strukturen vor allem in der Mathematik und reale Strukturen überall in der Umwelt. Vgl. den Beitrag von H. E. HENGSTENBERG in: LA MATEMATIZACION DE LA CIENCIA, hrsg. v. P. GOMEZ BOSQUE und A. DIEZ BLANCO, Valladolid 1964, dt. Übers. von E. Ullrich in: PHILOSOPHIA NATURALIS, Bd. 11, 1, S. 51–54, Meisenheim/Glan 1969. Alles reale Sein befindet sich wesensmäßig außerhalb des Idealen. Die Zeichnung eines Kreises ist nicht „der Kreis", sondern eine Menge von Kreideteilchen, die nach einem bestimmten Gesetz angeordnet sind. Der reale Kreis ist nur eine anschauliche Darstellung eines idealen Kreises. Vgl.: HENGSTENBERG, H. E.: SEINSÜBERSCHREITUNG UND KREATIVITÄT, Salzburg 1979.

(20) STUMPF, K.: HIMMELSMECHANIK, Bd. 1, Berlin/O 1959, Kap. 7, S. 42: Vergleich der Mondtheorie des Ptolemaios mit der modernen Theorie.

(21) PLUTARCH VON CHAIRONAIA: Vgl. (7). In dieser Schrift bekennt sich Plutarch zu der von allen Philosophenschulen abgelehnten Idee, daß der Mond aus „erdiger Substanz" besteht. Seine Argumente (Kap. 16–21) stellen eine glänzende Argumentation dar, die sich gegen die Stoiker und ihre zentrale Stellung innerhalb des Hellenismus richtet. Plutarch leugnet die privilegierte Stellung der Erde im All, ebenso die des Menschen. Vgl. ZIEGLER, K.: PLUTARCHOS VON CHAIRONAIA. In: Realenzyklopädie der klassischen Altertumswissenschaft, Bd. XXI, S. 636–962, Auflage von 1951 und 1964. F. KRAFT glaubt (18), daß die atomistischen Ideen durch den strikten Dualismus zwischen irdischer und himmlicher Substanz ihre physikalischen Grundlagen verloren. „...man findet sie in den folgenden Jahrhunderten nur als nicht ernst zu nehmende Diskussionsbeiträge (PLUTARCH 46–120 n. Ch.) oder als Utopien (LUKIANOS 120–180 n. Ch.)

(22) LUKIAN VON SAMOSATE: Er wird gelegentlich als „Voltaire der Antike" bezeichnet. „Editio princeps" (gesammelte Werke) Florenz 1496. Während Plutarch seinen Spott über die Stoiker hinter ironischen Zitaten verbirgt, ist Lukian direkter Satiriker. Voltaire kannte seine Werke.

(23) LEY, W.: Vgl. GARTMANN, H.: Raumfahrtforschung. München 1951, Kap. 1 (W. LEY) behandelt die Geschichte des Raumfahrtgedankens (S. 9–26). Siehe auch: NICHOLSON, H. M.: VOYAGES TO THE MOON. New York 1948 (Entwicklung des Raumfahrtgedankens mit dem Ziel Mond).

(24) KANT, I. Vgl. (18). Kap. 3, S. 149–178.

(25) GODWIN, F.: GODWIN kannte Keplers „Somnium", für die Mondentfernung gibt er einen falschen Wert an (englische statt deutsche Meilen, wie es Kepler tat). Auf dem Mond ist ein Paradies – dies geht zurück auf das Buch „UTOPIA" von TH. MOORE (1516). Wenige Jahre später beschrieb der italienische Jesuit G. B. RICCIOLI in seinem „ALMAGESTUMNOVUM" den Mond als Wüste ohne Luft und Wasser. Godwins Roman wurde zum Bestseller und beeinflußt stark die englische Literatur seiner Zeit. Noch im

19. Jhrh. lassen sich seine Einflüsse bei E. A. POE und J. VERNE nachweisen. W. LEY (23) zitiert den Dichter W. MESTON, der seine Muse mit den Worten ruft:

„Come on, thou muse,
Soaring in high Pindaric Stanzas
Above Gonzales and his gansas."

Die erste französische Übersetzung erschien 1648. Zwischen 1638 und 1786 kamen 25 Auflagen in vier Sprachen heraus.

(26) GODWIN, F.: Auf der Insel Mauritius gab es noch im 18. Jahrhundert die Dronte (Didus ineptus L.), eine Art von Wasservögeln. Diese Vogelart, auch „Dodo" genannt wurde durch holländische Seeleute ausgerottet, sie war flugunfähig und leicht zu fangen. Nach LEY hat Godwin bei einer Ausstellung von Kuriositäten aus Übersee 1638 in London diesen Vogel gesehen, er dürfte ihn zu seinem Roman angeregt haben. Von seiner Flugunfähigkeit wußte Godwin nichts.

(27) CYRANO DE BERGERAC: Vgl. (5) VOYAGE DANS LA LUNE ET HISTOIRE COMIQUE DES ETATS ET EMPIRES DU SOLEIL. Taschenbuch Le Monde en 10/18, S. 36, Paris 1936.

(28) KIRCHER, A.: Vgl. (11) sowie: VOLK. O.: Bemerkungen zur Geschichte der Himmelsmechanik. In: CELESTIAL MECANICS, 2, S. 398–423 Doordrecht NL 1970. Volk bringt hier eine Titelseite des „Iter". Siehe auch: REINDL, M.: LEHRE UND FORSCHUNG IN MATHEMATIK UND NATURWISSENSCHAFTEN, INSBESONDERE ASTRONOMIE AN DER UNIVERSITÄT WÜRZBURG VON DER GRÜNDUNG BIS ZUM BEGINN DES 20. JAHRHUNDERTS. (Diss.) Würzburg 1971. Außerdem: VOLK, O.: QELLEN UND BEITRÄGE ZUR GESCHICHTE DER UNIVERSITÄT WÜRZBURG. Neustadt/Aisch 1966.

(29) HUYGENS, Ch.: KOSMOTHEOROS SIVE DE TERRIS COELESTIBUS EARUMQUE ORNATU CONJECTURAE. Ad Constantinum Huygenium fratrem. Posthume Ausgabe 1698, Huygens starb 1695 [Vgl. 28 (VOLK].

(30) GIORDANO BRUNO: LA CENA DELLE CENERI. Roma 1584. Dt. Ausgabe Wagner, Leipzig 1830, lat. Ausgabe Fiorentino, Napoli 1880–1891.

(31) VOLTAIRE: LETTRES PHILOSOPHIQUES, Brief 13, „Sur Mr. Locke" (Vgl. (13).

(32) VOLTAIRE: Vgl. (31), 15. Brief „Sur le système de l'attraction" *„La proximité de la Lune dans son plein et quand elle est nouvelle, et son éloignement dans ses quartiers, combinés avec l'action du Soleil rendent une raison sensible de l'élevation et de l'abaissement de l'Océan."* Das ist falsch – Erdnähe und Erdferne des Mondes sind phasenunabhängig. Zudem zeigt das Zitat, daß Voltaire die Mondbahn und damit das 1. Keplersche Gesetz nicht verstanden hat. Denn die Erde steht im Brennpunkt der Mondbahnellipse, ebenso wie die Sonne im Brennpunkt (Focus) der Planetenbahnellipsen. Dadurch gibt es bei jedem Umlauf nur einen erdnächsten Punkt (Perigäum) und einen erdfernsten Punkt (Apogäum). Bei den Planeten spricht man von Perihel und Aphel. Nach Voltaires Behauptung müßten aber zwei Perigäen mit den Syzygien und zwei Apogäen mit den Mondvierteln zusammenfallen. Das ist nur möglich, wenn der Mond im Mittelpunkt der Ellipse, nicht im Brennpunkt steht, wie KEPLER postuliert hat. Doch hat Voltaire recht mit seiner Ansicht über die fluterzeugenden Kräfte-Anziehungskräfte von Mond und Sonne.

(33) MARQUISE DE CHÂTELET (1706–1749): Vgl. (34), vgl. (13), O. VOLK, S. 415. Voltaire unterwies sie in Englisch, ihre Mathematiklehrer waren A. CLAIRAUT. P. L. DE MAUPERTUIS, der deutsche Mathematiker S. KOENIG und der italienische Physiker F. ALGAROTTI. Voltaire richtete in ihrem Schloß Cirey ein physikalisches Kabinett ein. 1737, im Jahr der lappländischen Gradmessung erschien Voltaires Werk „ELEMENTS DE LA PHI-

LOSOPHIE DE NEUTON, MIS A PORTEE DE TOUT LE MONDE PAR MR. DE VOLTAIRE. (Amsterdam 1737)

(34) VON BITTER, R.: VOLTAIRE, LEBEN UND WERK IN DATEN UND BILDERN. INSEL-Taschenbuch Nr. 324. S. 190/91. Frankfurt/M 1978.

(35) VOLTAIRE: Vgl. (31), 14. Brief: Sur Descartes et Newton.

(36) DERHAM, W.: ASTRO-THEOLOGY OR A DEMONSTRATION OF THE BEING AND ATTRIBUTS OF GOD FOUND SURVEY OF THE HEAVENS. London ^{2}1715. Wie Kant selbst bezeugt, hat er die „Astro-Theology" Derhams gut gekannt, hat aber die nebeligen Objekte anders gedeutet. Seine Spekulation erwies sich 1923 als richtig. (Vgl. 18).

(37) – Der Wert der Sonnenparallaxe wurde gegen Ende des 19. Jhrh. durch S. NEWCOMB endgültig auf drei Stellen genau bestimmt. Messungen mit anderen Methoden (Parallaxenbestimmung über Planetoiden in Opposition (Eros, Sappho, Iris (HINKS 1901, SPENCER JONES 1931), durch die parallaktische Gleichung der Mondbahn (S. NEWCOMB 1890), durch Spektroskopie (W. S. ADAMS 1941), Radarechos von Venus und Mars (PRICE 1958), exakte Entfernungsbestimmungen Erde – Mars durch Raumsonden (Viking I und II, 1976) konvergieren alle auf den Newcombschen Wert 8''.798. Gelegentlich wird noch der Wert 8''.794 verwendet.
Cassini und Richer bestimmten die Marsentfernung durch Messung der Parallaxe und berechneten daraus nach dem 3. Keplerschen Gesetz die Sonnenparallaxe. Der daraus hervorgehende Abstand Erde–Sonne, die große Halbachse der Erdbahn (149.6 Mill. Kilometer) wird als Astronomische Einheit bezeichnet.

(38) und (39) CASSINI, G. V.: DE LA MERIDIENNE DE L'OBSERVATOIRE ROYALE DE PARIS, PROLONGEE JUSQU'AUX LES PYRENEES. Paris 1701
CASSINI, J.: DE LA GRANDEUR ET DE LA FIGURE DE LA TERRE. Paris 1720. Vgl. auch: NEWCOMB, S.-R. ENGELMANN: POPULÄRE ASTRONOMIE. Leipzig ^{8}1949, S. 327 und KRAFT, F.-A. MEYER-ABICH: Große Naturwissenschftler Fischer-Handbücher Nr. 6010, Frankfurt 1970, S. 79.

(40) – Vgl. (34), S. 191 und (28), vgl. Reindl und Volk.

(41) KANT, I.: Vgl. (18), Teil III enthält einen „Vergleich der Bewohner der Gestirne".

(42) – Darüber vgl. SCHLOSSER, W.: ASTRONOMISCHE MUSTERVERSUCHE FÜR DIE SEKUNDARSTUFE I (eine Handreichung zur Einbeziehung der Astronomie in den Naturkunde-, Rechen- und Erdkundeunterricht, hrsg. von der Ruhr-Universität Bochum (Manuskript vervielfältigt, Erscheinungsjahr 1984. S. 6–8 (Musterversuch „Das Funkeln der Sterne").

(43) – Über die sprachpsychologische Definition der Spektralfarben vgl. PINILLOS, J. L.: LENGUA–INDIVIDUO–SOCIEDAD. Madrid 1969, sowie BROWN, R. – LENNEBERG, E.: A. Study in Language and Cognition. In: Journal of Abnorm & Social Psychology, Holt 1958.

(44) Nach der Definition von N. R. POGSON verhalten sich die Intensitäten zweier Größenklassen wie 1 : 2.512 (log 2.512 = 0.4). Die Pogsonsche Formel, die seit 1854 zur Definition der Größenklassen verwendet wird, lautet:

$$m_1 - m_2 = -2.512 \log \frac{I_1}{I_2}$$

Schon Ptolomaios suchte nach einer astrophotometrischen Definition, die hellsten Sterne bezeichnete er mit 1. Größe, die halb so hellen mit 2. Größe, die wieder halb so hellen mit 3. Größe u.s.w. Doch nimmt die Intensität nicht linear ab, sondern wie die

obige Formel zeigt, in einer geometrischen Reihe. Andere Astronomen, welche nach einer Definition der Helligkeiten suchten, waren C. HUYGENS, J. HERSCHEL, J. H. LAMBERT und F. W. ARGELANDER. Letzterer lieferte die heute noch für den Helligkeitswechsel veränderlicher Sterne von Amateuren verwendete Stufenschätzungsmethode.

(45) Vgl. STRUVE, O.: ASTRONOMIE. Berlin 1963, S. 316/17.

(46) Das Interferometer wurde erfunden von H. FIZEAU und J. STEPHAN. A. MICHELSON hat es in die astronomische Beobachtungstechnik eingeführt. Vgl. (45), S. 452/53 und BECKER, W.: Sterne und Sternsysteme. Dresden/Leipzig 1950, S. 53.

(47) Die Messung der Lichtgeschwindigkeit mit der Römerschen Methode ist wegen der vielen Fehlerquellen sehr schwierig. Vgl. SCHLOSSER, W.-TH. SCHMIDT-KALER: Astronomische Musterversuche (Sekundarstufe II), Kap. 11, S. 69–71). Der Römersche Wert für die Lichtgeschwindigkeit war 227 000 km/sec (22. 11. 1675, Paris), derjenige von Cassini war noch schlechter (177 000 km/sec). Die Hauptfehlerquelle ist, daß die Finsternisse auf der Jupiterscheibe nicht schlagartig eintreten, daß die Schatten von Jupiter und seinen Monden nicht scharf begrenzt sind und daß Jupiter in Sonnennähe nicht beobachtbar ist. Zudem laufen die Monde nur dann durch die Mitte des Jupiterschattens, wenn Jupiter nahe bei einem Bahnknoten steht.

(48) Gemäß Definition der U.A.I. Grenoble 1976

(49) Vgl. BAKER, R. – MAKEMSON, M.: AN INTRODUCTION TO ASTRODYNAMICS. New York – London 1960. Die dort angegebenen Marsdurchmesser schwanken zwischen 6743 km $\pm$ 22 (See, 1901) und 6860 $\pm$ 21.7 km (Rabe, 1929). Gemäß NASA GSFC Rept. X-724-69-10 von 1969 beträgt der wahrscheinlichste Wert 6762 km. Dieser wurde verbessert durch die Sonden Viking I und Viking II (1976) auf 6786 km. Die U.A.I. hat 1976 als endgültigen Wert 6794.4 km festgelegt.

(50) Dieses Zitat Keplers: vgl. (1) Micromégas (Ed. Larousse, S. 32, Fußnote). Siehe auch: VOLK, O.: KEPLERIANA. In: CELESTIAL MECANICS, 8, Doordrecht/NL-Boston 1973, S. 283–289 (Hier findet sich auch eine Bibliographie der Werke Keplers)

(51) Nach O. VOLK (vgl. (50) erklärt Kepler die Grundidee dieser Beziehungen in „HARMONICES MUNDI" (1619), wo er versucht, Sonne, Mond und Planeten in ein geometrisches System der regulären Körper (Kugel, Würfel, Tetraeder etc.) einzuordnen und die Abstandsverhältnisse mit der Länge von Saiten vergleicht (wobei er auf die Pythagoräer zurückgreift).

(52) J. E. BODE (1747–1826) und I. D. TITIUS (1729–1796) entdeckten unabhängig voneinander eine Zahlenfolge für die Abstände der Planeten von der Sonne in Astronomischen Einheiten (1766 und 1772). Die Folge entspricht dem Bildungsgesetz:

$a = 0.4 + 2^n \cdot 0.3$, wobei a die mittlere Entfernung Sonne-Planet in Astronomischen Einheiten angibt und n die charakteristische Zahl für jeden Planeten ist (Merkur = 0, Venus = 1, Erde = 2, Mars = 3 u.s.w.)

Der 1781 entdeckte Uranus paßt gut in diese Sequenz. Doch war bei 2.8 eine Lücke. In der Neujahrsnacht 1801 entdeckte G. PIAZZI ein neues Objekt, das C. F. GAUSS als neuen Planeten erkannte und von dem er die Bahn berechnete. Für die große Halbachse des neuen Objekts fand er den Wert von 2.76 (Bode-Titius: 2.8). Dieser erste Kleinplanet wurde CERES genannt – über 2000 davon kennt man heute. Der 1846 entdeckte Neptun tanzt aus der Reihe (30.2 statt 38.4), jedoch paßt der 1930 aufgefundene Pluto wieder gut hinein (39.4–38.4). Voltaire kannte diese Folge.

(53) Die Koordinaten der genannten Sterne: Vgl. AHNERT, P.: KALENDER FÜR STERNFREUNDE 1984, Leipzig 1984. Die Reduktion auf die Koordinaten von 1737 erfolgte nch

dem von W. WEPNER angegebenen Formelsystem in: MATHEMATISCHES HILFSBUCH FÜR STUDIERENDE UND FREUNDE DER ASTRONOMIE. Düsseldorf ^{2}1982.

(54) Die angegebenen Planetenpositionen 1737 wurden berechnet nach: AHNERT, P.: ASTRONOMISCH-CHRONOLOGISCHE TAFELN FÜR SONNE, MOND UND PLANETEN. Leipzig 1965. Der Vollständigkeit halber sei noch Jupiter erwähnt, nach Venus und Mars (in Opposition) der hellste Planet. Er stand 1737 weit weg vom kritischen Ort, er bewegte sich in der Gegend des Frühlingspunktes, ging gegen 2 Uhr Weltzeit unter und kam am 9. September in Opposition zur Sonne.

APPENDIX: Die textkritische Ausgabe der „Entretiens" von Fontenelle (A. CALAME, Paris 1966) bringt bezüglich Micromégas eine interessante Bemerkung auf S. 50/51: *„...Il est piquant de constater, que Fontenelle sera lui meme victime de cette derniere forme d'ironie. Voltaire parodie son style fleurie et ses beautés blondes lorsqu'il entreprend de faire un malveillant portrait de Fontenelle, sous les traits du Secrétaire de l'Académie de Saturne, interlocuteur de Micromégas. Si l'on admet, avec M. WADE, que le conte de Micromégas a été écrit (sous le titre de „Voyage du baron de Gangan") des 1739, on peut supposer que cette moquerie, que n'est d'ailleurs pas vraiement méchante, a pour cause la tracasserie occasionée par la parution des „Eléments de la Philosophie de Newton", en 1738..."* (Cf. O. WADE: VOLTAIRE'S MICROMEGAS. Princeton 1950)

Fußnote S. 50: *„Il est vrai que M. BARBER réfute M. WADE et donne d'assez bonnes raisons pour ne dater l'essentiel de Micromégas que de 1751 (cf. W. H. BARBER. THE GENESIS OF VOLTAIRE'S MICROMEGAS, article in FRENCH STUDIES, janvier 1957, Oxford").* Interessant vom astronomischen Standpunkt aus ist die Ausgabe von R. SHACKLETON, Oxford 1955. Shackleton verwendet die Ausgabe der „Entretiens" von 1742, und weist in seinem Kommentar darauf hin, daß ihn vor allem der astronomische Hintergrund interessiert. Shackleton bezieht sich auf die „Entretiens", nur sekundär auf „Micromégas". CALAME zitiert ihn stets, wenn es um astronomische Einzelheiten geht.

Dr. Elmar ULLRICH
Sandstr. 3
8708 Gerbrunn

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg

Jahr/Year: 1982-1983

Band/Volume: 23-24

Autor(en)/Author(s): Ullrich Elmar

Artikel/Article: Voltaires Raumfahrterzählung „Micromégas“ und die Astronomie von damals und heute 119-154