

akzent

Dieter B. Herrmann

# Besiedelt die Menschheit das Weltall?



akzent

---

Dr. Dieter B. Herrmann

# Besiedelt die Menschheit das Weltall?

---

Urania-Verlag Leipzig Jena Berlin

Autor: Dr. Dieter B. Herrmann  
Direktor der Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow

Illustrationen: Horst Schleef/Wolfgang Würfel

*1. Auflage 1981*

*1.–30. Tausend. Alle Rechte vorbehalten*

© Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin

*Verlag für populärwissenschaftliche Literatur, 1981*

*VLN 212–475/27/81 LSV 3879*

*Lektor: Ewald Oetzel*

*Einbandreihenentwurf: Helmut Selle*

*Typographie: Claus Ritter*

*Fotos: Archiv des Autors (50, 56/57), E. Rothenberg (22, 23, 61),*

*Archiv des Verlages (8, 18, 111)*

*Printed in the German Democratic Republic*

*Gesamtherstellung: INTERDRUCK Graphischer Großbetrieb*

*Leipzig – III/18/97*

*Best.-Nr.: 653 678 3*

*DDR 4,50 M*

---

# Inhalt

---

## Siedlungsraum Weltall? 7

### Spuren der Menschheit 10

Jäger und Sammler im Existenzkampf 10

Der Siegeszug beginnt 13

Streifzug durch die Klassengesellschaften der Neuzeit 15

Der Herr des Planeten 20

### Die Kehrseite der Medaille 25

Angst um Rohstoffe und Energie 26

Heizen wir ein Treibhaus? 30

Achtung! Radioaktivität! 35

Geburtenzahlen ohne Ende? 38

### Kunstlandschaften im All 44

Renaissance einer Idee 49

Verzicht auf technische Utopien 53

Die kleine Station in L5 54

Das »süße Inselleben« und die Kosten 62

Schlösser, die im Monde liegen 63

Experimente mit der kosmischen Magnetbahn 68

Billige Energie aus Lagrangia 70

Von »Insel Eins« zu großen Modellen 79

Bergbau und Siedlung im Asteroidengürtel 83

Zeitpläne 86

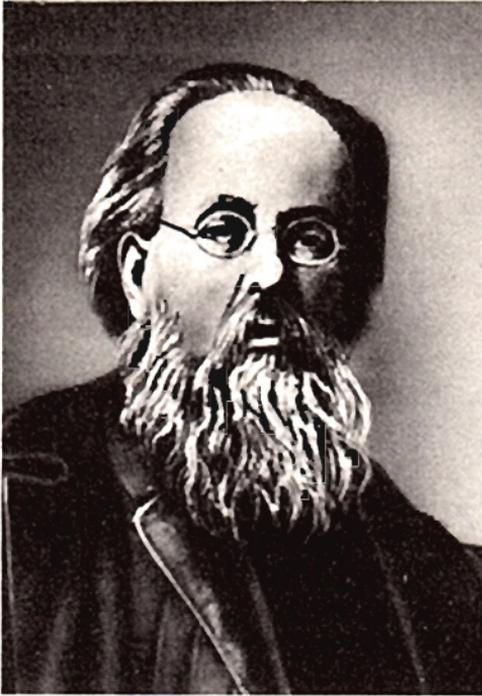
Kosmische Siedlungen – pro und kontra	93
Pessimismus – defensiv	95
Keine Endstation der Geschichte	99
Kein Countdown in Sicht	107
Führt uns eine friedliche Zukunft zwangsläufig ins All?	109
Aussiedlung – eine soziale Pille?	123

---

# Siedlungsraum Weltall?

---

An der Schwelle zum 20. Jahrhundert schrieb ein damals unbekannter russischer Dorfschullehrer, daß es dem Menschen eines Tages gelingen werde, technische Apparate in die Tiefen des interplanetaren Raumes zu entsenden und schließlich selbst an Bord solcher Flugkörper Reisen durch das Sonnensystem zu unternehmen. Im Unterschied zu ungezählten Phantasten, die dies Jahrhunderte vor ihm ebenfalls behauptet hatten, wies der in der dörflichen Abgeschiedenheit von Kaluga wirkende russische Gelehrte Konstantin E. Ziolkowski (1857–1935) jedoch nach, daß naturwissenschaftliche und technische Gesetze und Tatsachen diese Phantasien Wirklichkeit werden lassen könnten. Blättern wir heute in den Schriften dieses genialen Pioniers der Raumfahrt, so ergibt sich eine erstaunliche Bilanz: Die weitaus meisten seiner vor mehr als einem dreiviertel Jahrhundert gewagten Voraussagen sind heute Wirklichkeit, Alltag der Raumfahrt unserer Zeit. Von den Prophetien, die in Ziolkowskis Werken zu finden sind, übertrifft jedoch eine alle anderen bei weitem an Kühnheit: »Die Menschheit wird nicht ewig auf der Erde bleiben, sondern, im Jagen nach Licht und Raum, zunächst zaghaft über die Grenzen der Atmosphäre vordringen und sich dann den ganzen Raum rings um die Sonne zu eigen machen.« Ist der große Visionär hier über das Ziel realistischer Zukunftseinschätzungen hinausgeschossen? Oder gibt es begründete Aussichten, daß auch diese Möglichkeit zur Wirklichkeit einer näheren oder ferneren Zukunft wird? Westliche Pressemeldungen und sensationell aufgemachte Äußerungen von Raumfahrtexperten sprechen davon, daß der Menschheit bereits in absehbarer Zeit gar nichts an-



*Konstantin E. Ziolkowski*

deres mehr übrigbleibe, als den Heimatplaneten zu verlassen, der über kurz oder lang unbewohnbar sein werde. Sie begründen diese wenig optimistisch klingende Zukunftsvision mit dem Hinweis auf eine immer stärker um sich greifende Zerstörung der natürlichen Lebensbedingungen des Menschen als Folge der großräumigen Umgestaltung der Natur. Zunehmende Erschöpfung dringend benötigter natürlicher Ressourcen, eine ins Ungewisse anwachsende Anzahl von Bewohnern unseres Planeten, die nach Nahrung und Kleidung verlangen, klimatische Veränderungen infolge atmosphärischer Verschmutzung oder die angeblich nicht mehr aufzuhaltende Vergiftung unserer Atmosphäre stellen nach Ansicht dieser Wissenschaftler letztlich ein großangelegtes »Selbstmordprogramm« dar, dem durch die Aussiedlung der gesamten Menschheit in den Kosmos wirkungsvoll begegnet werden könnte. Auch von gesellschaftlichen Übeln könne sich die Menschheit befreien, falls sie sich entschliesse, ihren angestammten Wohnort aufzugeben und statt dessen die öden Räume

zwischen Erde und Mond zu besiedeln. Reine Phantastik und Manipulation? Oder ein gigantisches Projekt künftiger Fortentwicklung der menschlichen Rasse? Gewissenlose Geschäftemacherei mit den Ängsten von Verzweifelten oder ernst zu nehmende Zukunftsentwürfe für kommende Generationen?

In diesem akzent-Band soll der Versuch unternommen werden, den gegenwärtigen Stand der Diskussion um diese Probleme darzustellen, die verschiedenen Aspekte des Themas abzuwägen und dem Leser damit eine kritische Meinungsbildung zu ermöglichen. Um es gleich vorwegzunehmen: Wer erfahren möchte, wann und wo er die Flugtickets zum Umzug ins Weltall erwerben kann, wird enttäuscht werden.

Dr. D. B. Herrmann

---

# Spuren der Menschheit

---

Auf unserem Planeten leben gegenwärtig rund 4,4 Milliarden Menschen. Die Wasserflächen und die unwirtlichen Gegenden jenseits der Polarkreise ausgenommen, sind alle bewohnbaren Gebiete mehr oder weniger dicht von Menschen besiedelt. Die menschliche Gattung hat von diesem Wandelstern Besitz ergriffen und ihm weithin ihre Spuren aufgeprägt.

Vor einigen zehntausend Jahren bot sich ein ganz anderes Bild: Damals mag es etwa 2 bis 3 Millionen Menschen gegeben haben, die von der Jagd und vom Sammeln wildwachsender Feldfrüchte lebten. Diese Menschen waren das Produkt einer sich über mehr als hunderttausend Generationen erstreckenden Entwicklung des Vor- und Frühmenschen. Die Spuren der ersten menschenartigen Wesen verlieren sich in der Tiefe von einigen Millionen Jahren im Tierreich.

## Jäger und Sammler im Existenzkampf

Jäger und Sammler bewohnten anfangs ein Siedlungsgebiet, das sich insgesamt auf etwa 50 Millionen Quadratkilometer erstreckt haben dürfte – etwas mehr als das Doppelte des heutigen Territoriums der Sowjetunion. Der bei weitem größte Teil des irdischen Festlandmassivs lag von Menschen völlig unberührt. Unter Berücksichtigung der Anzahl der damals lebenden Menschen ergibt sich für den einzelnen Steinzeitmenschen eine durchschnittliche Siedlungsfläche von etwa 20 Quadratkilometern. Wollten wir heute jedem Bürger eines mitteleuropäischen Staates

diesen Raum zubilligen, so müßten die jeweiligen Territorien je nach Besiedlungsdichte etwa um den Faktor 30 bis 50 vergrößert werden.

Zwischen Siedlungsfläche und Anzahl der damals existierenden Menschen bestand eine durchaus nicht zufällige Beziehung: Schließlich mußten sich die Menschen ernähren, und zwar auf eine – an heutigen Maßstäben gemessen – sehr uneffektive Weise. Da lediglich wildlebende Tiere erjagt und wildwachsende Feldfrüchte gesammelt wurden, hatte das Siedlungsgebiet die Bedingung zu erfüllen, auf natürlichem Wege das ständig entstehende Nahrungsmitteldefizit wieder zu ersetzen.

Während Menschen anfangs für die gewaltige Zeitspanne von rund 1 Million Jahre in den wärmeren Gebieten Europas, Asiens und Afrikas siedelten, führte die drastische Verschlechterung der Lebensbedingungen infolge gewaltiger Vereisungen zu größeren Bewegungen der Bevölkerung. Voraussetzung hierfür war allerdings die Beherrschung differenzierter Werkzeuge, insbesondere von Jagdwaffen und von Geräten, mit denen sich Waffen herstellen ließen. Als wesentliche Errungenschaft kam die Beherrschung des Feuers hinzu, die sich bereits beim Frühmenschen vor etwa 250 000 Jahren feststellen läßt.

Die Eiszeit des »Uraltertums« vor etwa 1 bis 2 Millionen Jahren brachte eine einschneidende Veränderung für die Entwicklung des Menschen, der seiner biologischen Abkunft und Ausrüstung nach ein Bewohner warmer Zonen war. Die stetige Verminderung der Jahresmitteltemperaturen im Siedlungsgebiet des Menschen hatte verständlicherweise schwerwiegende Auswirkungen auf die Pflanzen- und Tierwelt. Sogar geographische Strukturen veränderten sich, beispielsweise durch die Verlandung der Beringstraße, wodurch eine Landverbindung zwischen Asien und Amerika entstand. Heute ist nachgewiesen, daß damals ostsibirische Jäger nach Nordamerika wanderten und, als das Eis sogar bis zum Äquator vordrang, weiter südwärts zogen. Vor 25 000 Jahren siedelten die ostsibirischen »Einwanderer« bereits in Südamerika. Bedenkt man die primitive Ausrüstung unserer Vorfahren zu jener Zeit, ihre mehr als mangelhafte Wappnung gegenüber der unbarmherzigen Natur und die gewaltigen Distanzen zwischen

Sibirien und Amerika, so kommt man nicht umhin, die Besiedlung neuer, ferner Weltgegenden als einen Vorgang zu betrachten, der mit keinem anderen damals ablaufenden Prozeß vergleichbar ist. Der Mensch hatte zum erstenmal über die gewaltigen Natureinflüsse triumphiert. Er war in Gebiete vorgedrungen, die seinen biologischen Voraussetzungen eigentlich nicht entsprachen. Man kann daher diesen ersten bedeutenden Schritt der Eroberung unseres Planeten auch nicht allein biologisch erklären — der einzelne Mensch wäre dazu nicht in der Lage gewesen —, sondern muß ihn bereits als ein gesellschaftliches Phänomen betrachten. Die Auseinandersetzung mit den Naturbedingungen erfolgte in erster Linie durch menschliche Arbeit. Die Besiedlung kalter Zonen bedingte zwangsläufig die Entwicklung von Kleidung und wetterfestem Wohnraum. Ebenso machte sich eine Anpassung an den von der Natur vorgegebenen »Speisezettel« erforderlich, d. h. eine Spezialisierung auf neue, nutzbare Nahrungsquellen. Dies alles war nicht möglich ohne die Entwicklung neuer Produktionstechniken. Die Jagd in arktischen Küstengewässern führte sicherlich zur Erfindung der Harpune, zum Bau von Spezialbooten, die größere Bewegungsfreiheit gewährleisteten und neben der Küstenschiffahrt auch das Erreichen nahe gelegener Inseln ermöglichten.

Noch vor einigen zehntausend Jahren trugen erneute Vereisungen großer Teile der Erdoberfläche zur weiteren Entwicklung und Verbreitung des Menschen bei. Da fast ein Drittel des irdischen Festlands damals mit Eis überzogen war, ergab sich auch eine Umstellung auf neue Beutetiere, wie z. B. das Ren in der Eisrandzone Europas oder das Mammut in den weiter südlich gelegenen Steppen.

Noch einmal bestimmten großräumige Veränderungen der Erdoberfläche das Verhalten des Menschen, als die Beringstraße wieder zum Wasserweg wurde und die amerikanischen Ureinwohner von der übrigen Welt abschnitt. Die Vegetationsgürtel der gemäßigten Zonen verschoben sich beträchtlich. Dies alles beeinflusste die Flora und Fauna tiefgreifend. Abermals mußten die Jäger und Sammler ihre Reviere aufgeben und sich außerdem auch auf neue Tierarten spezialisieren, da die charakteristischen

Eiszeittiere ausstarben. Und wiederum wurde man dieser neuen Bedingungen durch die Entwicklung geeigneter, differenzierterer Waffen Herr.

## Der Siegeszug beginnt

Bis zu dieser Zeit gab es zwischen Mensch und Natur eine konstante Gesamtbilanz: Krankheiten, wilde Tiere und Naturkatastrophen, die die menschliche Gattung stets bedrohten, hatten nicht vermocht, die Anzahl der lebenden Menschen wesentlich zu verringern. Der Mensch selbst aber hatte im Kampf mit den Gewalten auch keinen zahlenmäßigen Zuwachs erfahren. Mit dem Übergang von der Wildbeuterwirtschaft zur Produktionswirtschaft der Ackerbauern und Viehzüchter in der agrarischen Revolution – zunächst in klimatisch günstigen Regionen, z. B. des Vorderen Orients und Kleinasiens – kam der Mensch ein weiteres Mal auf jenem Weg beträchtlich voran, der das Kräfteverhältnis zwischen ihm und der Natur für ihn günstiger gestaltete, indem er die Natur durch seine Arbeit veränderte. Die günstigeren Lebensbedingungen führten nun zu einem Sprung in der Zahl der lebenden Menschen, die für jene Epoche auf etwa 10 Millionen geschätzt wird. Die urgesellschaftliche Lebensform des Menschen mußte durch die wachsende gesellschaftliche Arbeitsteilung, die wiederum eine Folge der Entstehung von Mehrprodukten war, aufhören zu existieren. Mit der Anhäufung von Reichtum entstand die Klassengesellschaft. Damals begann sich auch ein neues Gebiet der menschlichen Arbeit herauszubilden: die Wissenschaft. Ihr Ursprung läßt sich mit den praktischen Bedürfnissen der Sklavenhaltergesellschaft in unmittelbarem Zusammenhang bringen, denn an der Wiege der Wissenschaften steht die Notwendigkeit, Mengen produzierter Güter zu teilen, Ackerlandflächen zu messen, die Zeitpunkte für Aussaat und Ernte zu bestimmen, kurz: die Realitäten von Raum und Zeit bewußt für die Zwecke der Produktion und Verteilung von Gütern zu nutzen. Voraussetzung für die Herausbildung der Wissenschaft war ebenfalls das Vorhandensein von Mehrprodukten, denn es war erforderlich,

Menschen mit der Gewinnung von Wissen zu beauftragen, die selbst keinen Beitrag zur Produktion von materiellen Gütern leisteten.

Im 4. Jahrtausend v. u. Z. wurde im Vorderen Orient, wo der damals am weitesten fortgeschrittene Teil der menschlichen Gesellschaft lebte, die Erschmelzung von Metallen entdeckt. Vor allem Kupfer erlangte bald große Bedeutung und führte unter Beimengung von Zinn zur Legierung Bronze. Daraus wurden zahlreiche wichtige Produktionsinstrumente hergestellt, unter anderem auch der Pflug, der die landwirtschaftlichen Erträge erheblich steigern half. Von Archäologen aufgefundene Kunstgegenstände aus jener Zeit bezeugen bereits einen erstaunlich hohen Stand der Metallbearbeitung.

Die zunehmende Arbeitsteilung und die damit verbundene höhere Produktivität machten den Menschen noch mächtiger im Kampf gegen die Natur. Dadurch vermehrte sich die Anzahl der auf der Erde lebenden Menschen bis auf etwa 100 Millionen zu Beginn unserer Zeitrechnung. Obwohl diese Entwicklung in Abhängigkeit von historischen, geographischen und klimatischen Bedingungen in den verschiedenen Weltteilen sehr ungleichmäßig ablief, führte sie doch zu einer deutlichen Beschleunigung der Menschheitsentwicklung. Mehr Menschen erzeugten mehr Gegenstände und Nahrungsmittel; ein einzelner mehr, als er selbst brauchte. Der dadurch geförderte Austausch der Produkte eröffnete noch größere Möglichkeiten der materiellen und geistigen Produktion. Allein die durch Anbau von Pflanzen und Aufzucht von Tieren gewonnene Zeit – infolge des Saisoncharakters der Landwirtschaft – gestattete es, Bewässerungsbauten zu errichten, die Dauerhaftigkeit der Wohnsiedlungen zu erhöhen, handwerkliche und künstlerische Arbeiten auszuführen usw.

Die durch die menschliche Arbeit ständig verbesserten Lebensbedingungen spiegeln sich eindrucksvoll in der Lebenserwartung der Menschen wider. Die Jäger und Sammler lebten im Durchschnitt höchstens 18 Jahre. Fast die Hälfte erreichte damals nur knapp das 11. Lebensjahr. Die wenigen Vierzigjährigen galten unter diesen Umständen verständlicherweise als alt. Bei den Ackerbauern und Viehzüchtern betrug die durchschnittliche Lebenszeit

23 Jahre. Die Vertreter der herrschenden Schichten erreichten sogar schon ein Durchschnittsalter von 30 Jahren.

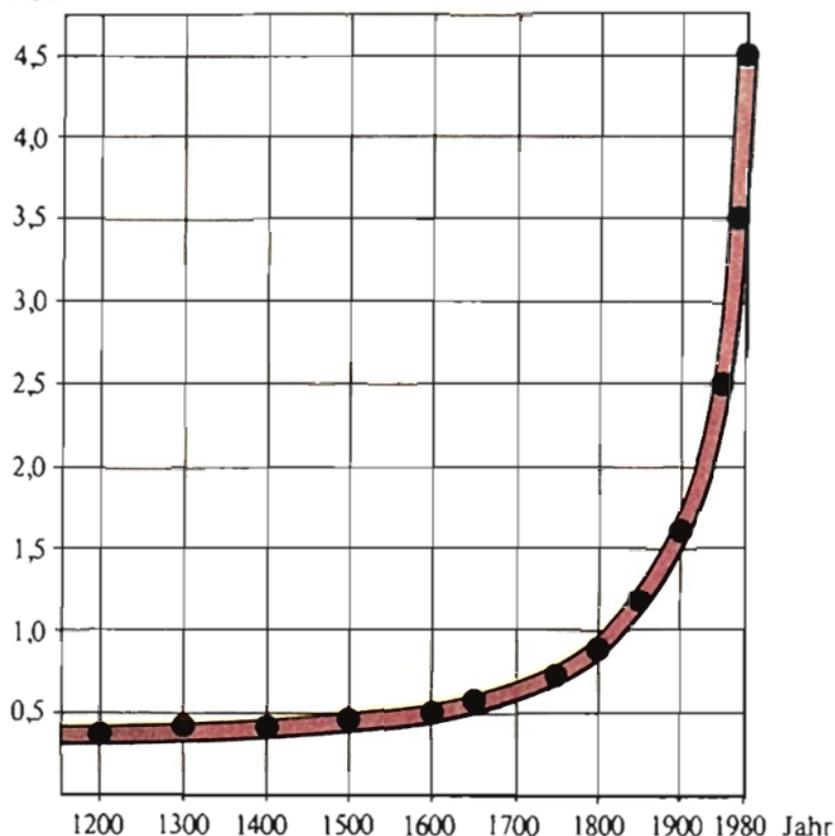
Eine außerordentliche Rolle bei der Unterwerfung der Natur durch den Menschen spielte die Entwicklung des Verkehrswesens – Folge und Bedingung des Fortschritts der Produktivkräfte. Dabei ging es sowohl um die Überwindung großer Entfernungen als auch um den Transport schwerer Lasten. Um diese Aufgabe mit Erfolg bewältigen zu können, benötigte man sowohl geeignete Straßen und Brücken als auch Transportmittel, wobei Rinder sowie Pferde und Wagen schon vor mehr als 4000 Jahren gebräuchlich waren. Die Domestikation der Tiere war eine notwendige Voraussetzung für diese Stufe der Problemlösung gewesen.

Der Bau geeigneter Straßen wurde nicht zuletzt durch die Verwendung von Eisen für die Herstellung der Produktionsinstrumente ermöglicht. Die im 6. Jahrhundert v. u. Z. errichtete Prozessionsstraße von Babylon – ein beeindruckendes Zeugnis der damaligen technischen Möglichkeiten – ist so stabil gebaut, daß sie dem Verkehr unserer Zeit standhalten könnte. Der wesentlichste Anstoß zur raschen Entwicklung von Verkehrswegen kam natürlich aus der Produktion von zum Tausch bestimmten Gütern, d. h. vom Handel. In diesem Zusammenhang erlebte auch die Seeschifffahrt einen starken Aufschwung. Dank eiserner Werkzeuge war es möglich, große Wasserfahrzeuge zu erbauen. Die Anzahl der Küstenstädte des Mittelmeerraums, die sich am Handel über den billigen Wasserweg beteiligten, ging bereits vor 2500 Jahren in die Hunderte.

## Streifzug durch die Klassengesellschaften der Neuzeit

Obwohl sich die Produktivkräfte nach dem Niedergang der antiken Weltreiche in den reichlich tausend Jahren des Mittelalters (etwa 5.–15. Jh.), von territorialen Ausnahmen abgesehen, insgesamt nur relativ langsam entwickelten, nahm die Erdbevölkerung allmählich stärker zu. Von

Mrd.



*Anwachsen der Erdbevölkerung bis 1980*

275 Millionen um das Jahr 1000 wuchs die Anzahl der auf der Erde lebenden Menschen auf 350 Millionen im Jahr 1200 und schließlich auf 450 Millionen zu Beginn des 16. Jahrhunderts. Die Verdopplung der Erdbevölkerung vom Beginn unserer Zeitrechnung an hat etwa 1450 Jahre in Anspruch genommen. Ehe aus den 10 Millionen Menschen des Jahres 10000 v. u. Z. 20 Millionen geworden waren, mußten 6500 Jahre vergehen. Mit anderen Worten: Das Anwachsen der Erdbevölkerung vollzog sich schon im Mittelalter nicht mehr mit konstanter Geschwindigkeit, sondern beschleunigt. Eine weitaus stärkere Bevölkerungszunahme erfolgte jedoch, als mit dem Einzug grundlegend neuer sozialökonomischer Bedingungen, die eine stürmische Entwicklung von Wissenschaft und Technik nach sich zogen, das gesamte ökonomische und soziale

Leben qualitativ neue Züge annahm: Wir meinen die wissenschaftlich-technischen und industriellen Fortschritte des 17., 18. und 19. Jahrhunderts.

Zahlreiche Zweige klassischer Wissenschaften standen seit dieser Zeit im Dienst der Ökonomie. Mathematik und Astronomie spielten eine herausragende Rolle für die Navigation der Hochseeschiffe. Neue, praktisch anwendbare Wissenschaften, wie die Mechanik und ihre Disziplinen Hydrostatik und Hydrodynamik, erlebten eine stürmische Entwicklung. Die Chemie trat als eigenständige Wissenschaft hervor und streifte die Alchemie von sich ab. Von revolutionierender Bedeutung erwiesen sich einige Erfindungen in England, dem in diesem Prozeß am meisten fortgeschrittenen Land, gegen Ende des 17. Jahrhunderts: die Dampfmaschine des James Watt (1765) und die mechanische Spinnmaschine von James Hargreaves (1768). Mit dem Einsatz dieser Maschinen in der Produktion begann die kapitalistische Produktionsweise. Die mit der praktischen Nutzung solcher und ähnlicher Erfindungen bewirkten Veränderungen der gesellschaftlichen Produktion bedeuteten vor allem eine durchgreifende Steigerung der Arbeitsproduktivität und damit auch eine Ausweitung der Produktion und des Handels.

Die seit eh und je bestehende enge Wechselbeziehung von Produktion, Handel und Verkehr führte zwangsläufig zur explosiven Entwicklung der Güterbeförderung. Bis ins 18. Jahrhundert erfolgte der gesamte Lasten- und Personentransport – die Wasserwege ausgenommen – noch mit Pferdewagen. Wie dürftig die Verkehrsnetze damals beschaffen waren, zeigt z. B. der Fahrplan der »Extrapost« Dresden–Berlin: Sie verkehrte zweimal im Monat. So wie es dem Wasserverkehr lange Zeit an einem gut ausgebauten Netz von Kanalbauten gemangelt hatte, fehlten jetzt geeignete Kunststraßen. Doch der Ausbau der Straßen und Kanäle verblaßte bald gegen eine gänzlich neue Erfindung: die bewegliche Dampfmaschine, die Lokomotive. Eisenbahnen entstanden. Das Anwachsen des Streckennetzes der neuen Errungenschaft, die in England 1825 die historische Bühne betreten hatte, macht die rasante Entwicklung der Produktivkräfte gleichsam auf allen Gebieten deutlich. Innerhalb von zehn Jahren (1845–1855) wuchs



*Der Riesenballon »Minerva«, ein Phantasiegebilde aus der Zeit der Ballonschiffahrt, sollte im Jahre 2240 in den Weltraum starten.*

das Streckennetz in den deutschen Ländern von 2 000 km auf fast 8 000 km. Weitere 20 Jahre später erstreckte sich der Schienenweg dort auf 30 000 km. In den anderen kapitalistischen Staaten vollzogen sich ähnliche Entwicklungen. Das »Weltstreckennetz«, im wesentlichen allerdings zunächst auf Europa, Nordamerika und Asien beschränkt, umfaßte 1870 bereits nahezu 210 000 km – mehr als das Fünffache des Erdumfangs. Auf den Weltmeeren begann das Dampfschiff zu triumphieren. Zugleich mit diesen

Fortschritten wuchs natürlich der Eisenbedarf. Folglich kam es zu einer raschen Entwicklung der Technologie der Eisenherstellung, die sich noch im 18. Jahrhundert bei der Verhüttung vor allem unter Verwendung von Holz vollzog. An die Stelle dieses Verfahrens trat nun die Verhüttung mit Koks.

Die chemische Technik machte unter dem Eindruck der Anforderungen aus der Textilindustrie große Fortschritte, wobei namentlich die industrielle Erzeugung synthetischer Farbstoffe zu erwähnen ist.

Bis in die letzten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts kamen noch drei Viertel der gesamten Weltproduktion aus der Landwirtschaft. In ihr hatten sich – zumindest in den entwickelten kapitalistischen Ländern – unter dem Einfluß der industriellen Entwicklung ebenfalls große Wandlungen angebahnt. Mit der Maschine waren neue Anbaumethoden aufgekommen. Zehntausende von Stahlpflügen wurden innerhalb kürzester Zeit allein in den USA hergestellt.

Die mächtigen Fortschritte der Industrie widerspiegelten sich auf allen Gebieten des gesellschaftlichen Lebens. Es entstanden große Industriezentren. Die Weltbevölkerung wuchs rascher denn je! Neue wissenschaftliche Entdeckungen wurden zum Geburtshelfer mächtiger Industrien; so zogen die Forschungen auf den Gebieten Elektrizität und Magnetismus die Entstehung der Elektroindustrie nach sich, die – im Unterschied zu anderen Produktionszweigen – von Anbeginn auf wissenschaftlichen Erkenntnissen fußte. Hierin drückt sich deutlicher als auf anderen Gebieten die Entwicklung der Wissenschaft zur Produktivkraft aus.

Eine gesetzmäßige Folge der Industrialisierung ist der seit der Entstehung der Stadt als Siedlungsform ständig immer rascher verlaufende Prozeß der Urbanisierung. Immer mehr Menschen leben in Städten. So hat z. B. die Weltbevölkerung in den letzten anderthalb Jahrhunderten um den Faktor 1,7 zugenommen; die Anzahl von Städten mit über 100 000 Einwohnern jedoch in derselben Zeit um den Faktor 19,1. Man kann für das Jahr 2000 erwarten, daß etwa die Hälfte der Erdbevölkerung in Städten leben wird.

Eine vor 100 Jahren von niemandem erahnte Entwick-

lung hat das Verkehrswesen durchgemacht. Nicht allein, daß die herkömmlichen Verkehrsmittel eine enorme quantitative Ausweitung erfuhren, es kamen auch qualitativ neue Verkehrsmittel hinzu: das Auto und das Flugzeug. Als die ersten Flugexperimente unternommen wurden, bei denen ein Otto Lilienthal seinen Wagemut mit dem Leben bezahlte, hätte wohl kaum jemand die Prognose gewagt, daß knapp ein halbes Jahrhundert später täglich Tausende Großflugzeuge mit Hunderten Passagieren an Bord von Kontinent zu Kontinent ein weltumspannendes Flugnetz bilden würden. Beinahe unverständlich mutet aus heutiger Perspektive die akzentuierte Meinung des berühmten Forschers Georgius Agricola aus dem Jahre 1517 an: »Was kann wohl Närrischeres und Lächerlicheres erdacht werden, als wenn man in der Luft fliegen, fahren oder schwimmen will.«

## Der Herr des Planeten

Heute fliegen von Menschenhirn erdachte und von Menschenhand erbaute Apparate computergesteuert bis in die Tiefen unseres Sonnensystems, umrunden Menschen in Raumschiffen die Erde. Die Wissenschaft hat uns befähigt, das gewaltige uns umgebende Universum zu begreifen und viele Gesetze zu entdecken und anzuwenden, die das Verhalten der Materie im Kleinsten und im Größten beherrschen.

In den Jahrmillionen, seit der Mensch auf der Erde weilt, sind Orkane und Erdbeben, Eiszeiten und Hitzeperioden, Überschwemmungen und Gewitter über den Planeten hinweggegangen; riesige Lebewesen, von der Natur hervorgebracht, erwiesen sich als so unzureichend ausgestattet, daß sie die Bühne des Lebens wieder für immer verlassen mußten. Andere mächtige Tiere, die Hörner und Krallen, Wolfszähne, Flügel oder Flossen besitzen, haben sich auf Gebiete des Planeten zurückgezogen, die ihnen die Natur zuwies oder der Mensch für sie übrigließ. Der Mensch aber, gegenüber den anderen Produkten der belebten Natur

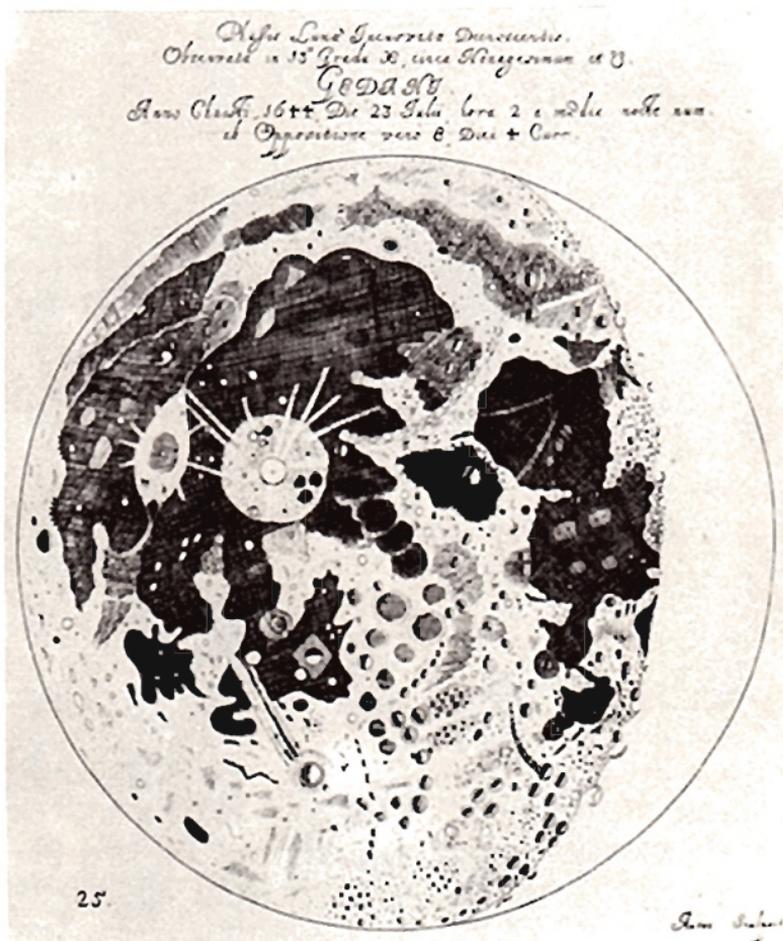
*John Herschels (1792–1871) Darstellung der Mondbewohner*



scheinbar mit allen physischen Nachteilen versehen, ist Herr des »blauen Planeten« geworden.

Gewiß: unsere knappe historische Darstellung weist alle Züge des Oberflächlichen auf, streifte nur am Rande die gewaltigen Widersprüche und Konflikte, die den Menschen auf seinem historischen Weg aus dem Tierreich bis in unsere Zeit begleiteten. Kaum berührt wurde die Tatsache, daß der Mensch in seiner von Leiden und Triumphen gleichermaßen geprägten Geschichte nicht nur den Kampf gegen die Naturgewalten, sondern ebenso den Kampf gegen die Übel der Ausbeutergesellschaften zu

*Mondkarte aus dem Jahre 1644*





*Teil der Mondoberfläche im astronomischen Fernrohr*

bestehen hatte und weiterhin zu bestehen hat. Der englische Archäologe F. C. Howell weist auf dieses Problem mit der Feststellung hin: »Es ist ganz schön, von dem Erfolg der Art als Ganzem zu sprechen, doch wenn dieser nur auf Kosten . . . weltweiter Armut erlangt werden kann, dann ist etwas nicht richtig.« Daß zwischen diesen Problemen innige Zusammenhänge bestehen, zeigt schon ein Blick auf

die Entwicklung der Bevölkerungszahlen. Sie haben sich nämlich nicht stetig, sondern in einer Serie von Wellen entwickelt, die parallel zu sozialökonomischen Prozessen verlaufen. Wirtschaftshistoriker haben gezeigt, daß wir jeweils etwa eine Verdreizehnfachung der Anzahl der auf der Erde lebenden Menschen von einer sozialökonomischen Epoche zur nächsten beobachten – eine Entwicklung, die sich von der agrarischen Revolution des Neolithikums bis zum Beginn des weltweiten Übergangs vom Kapitalismus zum Sozialismus beobachten läßt. Jede Gesellschaftsformation – so unterstreichen diese Zahlen – basiert auf einer bestimmten Entwicklungsstufe der Produktivkräfte, und diese wiederum ist stets auch mit einer bestimmten Anzahl tätiger Individuen verbunden. Der Entwicklungsstand der Produktivkräfte ist nämlich nicht allein die Folge der spezialisierten Arbeit einer immer größeren Anzahl von Menschen, sondern zugleich auch die Bedingung ihrer Existenz. Die zahlenmäßige Entwicklung der Weltbevölkerung ist daher alles andere als eine inhaltlose statistische Größe. Sie hängt eng mit der sozialökonomischen Entwicklung der Menschheit zusammen.

Wollen wir die bisherige Geschichte der Menschheit auf einen Nenner bringen, so können wir feststellen: Der Mensch hat es im Verlaufe eines langwierigen und widerspruchsvollen historischen Prozesses zunehmend besser verstanden, die natürlichen wie die sozialen Bedingungen seiner Existenz zu seinen Gunsten zu verändern, und er steht in diesem Prozeß keineswegs am Ende seiner Entwicklung. Im Gegenteil: Gerade in unserer Zeit entfalten sich die Produktivkräfte, dieses eigentliche Kriterium des geschichtlichen Fortschritts, stürmisch. Daraus resultiert aber auch das Erfordernis sozialökonomischer Umwälzungen. Letztlich nützt dieser Fortschritt – wie K. Marx schreibt – nur dann, wenn er »die Entwicklung des Reichtums der menschlichen Natur« ermöglicht.

Die bisherige Menschheitsgeschichte war angefüllt mit scheinbar unüberwindlichen Grenzen der Naturbeherrschung, der wissenschaftlichen Erkenntnis und der sozialen Bedingungen. Viele dieser Grenzen hat der Mensch hinter sich gelassen. Heute schickt er sich an, die Sphären des Weltalls zu erobern. Wer wollte ihn daran hindern?

---

# Die Kehrseite der Medaille

---

Diese glänzende Medaille hat allerdings eine weitaus weniger schillernde Kehrseite. Daß der Mensch die Natur beherrschen lernte, ist nämlich nur die halbe Wahrheit, wie sich besonders in unserem Jahrhundert immer deutlicher zeigt. Schon Friedrich Engels hat darauf hingewiesen, daß die Natur jeden über sie errungenen Sieg rächt und den ersten Resultaten, die der Mensch berechnet und beabsichtigt, weitere folgen, die meist unvorhergesehen eintreten und oft höchst unerwünscht sind. Erst in jüngster Vergangenheit wächst das Verständnis für die von Engels gegebene Einschätzung, daß sich die Natur durch den Menschen nicht beherrschen läßt, wie ein Eroberer zeitweise ein besiegtes Volk beherrscht und unterdrückt. Der sowjetische Forscher Iwan Laptew formulierte diese Tatsache mit den Worten: »Die Natur vergißt nichts und verzeiht nichts. Sie erträgt geduldig viele Kränkungen, die ihr der Mensch antut, doch einmal ist ihre Geduld zu Ende, und dann ist ihre Rache schrecklich.«

So stehen wir heute weltweit vor einer Reihe von Problemen, die aufs engste miteinander verwoben sind, deren Lösung für die Zukunft der Menschheit zu einem dringenden Erfordernis geworden ist. Die wichtigsten diesbezüglichen Fragen lassen sich mit den Stichworten Ressourcen- und Energieproblem, Umweltproblem und Bevölkerungsproblem umreißen. Unter dem Blickpunkt der bisherigen Menschheitsgeschichte mußte es zwangsläufig zu diesen Problemen kommen, da sie letztlich historisch im Charakter der vorsozialistischen Gesellschaftsordnungen wurzeln. Von diesen wird nämlich die Natur lediglich unter dem Aspekt ihrer Benutzbarkeit zum Zwecke des

Profits betrachtet. Jede Folgeerscheinung einer derartigen Ausbeutung der Natur wurde keiner ernsteren Beachtung für wert befunden. Dies konnte auch ungestraft geschehen, solange die Beeinflussung der Natur durch den Menschen noch keinen globalen Charakter trug. Jetzt aber hat der Grad der Naturbenutzung seitens des Menschen ein solches Ausmaß angenommen, daß die Natur außerstande ist, die entstehenden Schäden automatisch auszugleichen. Schier unerschöpflich scheinende Vorräte an Naturschätzen lassen ihre Grenzen sichtbar werden, und es dämmert weltweit die Erkenntnis, »daß die Erde ein Raumschiff ist mit sehr begrenzten Reserven« (G. R. Taylor). Das sowjetische Akademiemitglied J. W. Petranow spricht von einem »großen Konflikt mit der Natur«, in den der Mensch zum erstenmal nach vielen Jahrtausenden geraten sei.

## Angst um Rohstoffe und Energie

Die Nutzung der Naturressourcen hat sich in den letzten Jahrhunderten zunehmend schneller entwickelt. Bei einigen Metallen wird gegenwärtig pro Jahr das Tausendfache von dem gefördert, was noch im 19. Jahrhundert üblich war. Die Ursachen für den ständig wachsenden Rohstoffbedarf liegen einerseits darin, daß die gegenwärtige Beherrschung der Naturgesetze zu immer perfekteren Produktionsmethoden geführt hat, die mit einem höheren Bedarf an Rohstoffen und Energie verbunden sind. Andererseits gilt es, eine ständig mit rasantem Tempo anwachsende Zahl von Menschen mit den erforderlichen Gütern zu versorgen. Zum dritten schließlich nimmt die von der jeweiligen sozialen Ordnung des gesellschaftlichen Zusammenlebens bestimmte Auffassung über die Naturressourcen entscheidenden Einfluß auf ihre Nutzung. 70% der Menschheit leben z. B. gegenwärtig in den Ländern der sogenannten Dritten Welt, in denen das materielle Lebensniveau beträchtlich unter dem der übrigen Länder liegt. Gerade aus diesen Ländern beziehen nun z. B. hochentwickelte kapitalistische Länder eine Fülle von Rohstoffen, ohne daß sich dadurch die materiellen Bedingungen der Herkunftsländer verbessern. Um den Verbrauch

an lebensnotwendigen Produkten und Luxusgütern eines Menschen in den USA zu befriedigen, werden jährlich etwa 20 000 Kilogramm der verschiedensten Rohstoffe benötigt. So verbrauchen beispielsweise die USA durchschnittlich je Kopf der Bevölkerung im Jahr etwa 10 Tonnen Stahl, 0,135 Tonnen Kupfer, 0,09 Tonnen Zink und 0,02 Tonnen Zinn. Nun aber veröffentlichen gerade amerikanische Wissenschaftler und andere Forscher westlicher Länder recht pessimistische Prognosen der Weltvorräte einiger wesentlicher Rohstoffe:

Rohstoff	Bekannte Vorräte	Vorratsjahre
Aluminium	$1,17 \cdot 10^9$ t	31–100
Zinn	$4,35 \cdot 10^6$ t	15– 17 Jahre
Zink	$1,23 \cdot 10^8$ t	17– 23 Jahre
Erdöl	$9,0 \cdot 10^{10}$ t	35– 50 Jahre
Steinkohle	$4,5 \cdot 10^{11}$ t	200 Jahre

Die Zahl der Vorratsjahre würde noch um ein beträchtliches kleiner werden, wenn in anderen Ländern derselbe Prokopfverbrauch an Rohstoffen herrschte wie gegenwärtig in den USA. Dann müßte nämlich die Weltproduktion an Rohstoffen etwa um den Faktor 250 erhöht werden. Die gegenwärtig vorhandenen Vorräte wären binnen kürzester Frist aufgebraucht.

Allein diese Zahlen machen deutlich, daß wir bei einer kritischen Einschätzung der Rohstoff-Vorratszahlen in keinem Fall umhin kommen, Probleme der gesellschaftlichen Verwendung der Rohstoffe zu diskutieren. Wir kommen darauf im Kapitel »Kosmische Siedlungen – pro und kontra« ausführlich zurück.

Daß Rohstoffe nicht unbegrenzt vorhanden sind, bleibt natürlich trotzdem eine Tatsache, die ernsthafter Beachtung bedarf. Schon jetzt macht es sich bekanntlich erforderlich, Methoden und Technologien für die Rohstofferkundung, ihre Förderung und Verarbeitung zu entwickeln, Verfahren anzuwenden, die geeignet sind, die bereits verbrauchten Stoffe wieder in den Produktionskreislauf einzuführen (geschlossene Kreisläufe). Insgesamt werden die Rohstoffe auf jeden Fall wertvoller und damit zugleich teurer.

Was auf die Rohstoffe zutrifft, gilt sinngemäß auch für die Energie, zumal die klassischen Energieträger Rohstoffe wie Kohle und Erdöl sind.

Der Zusammenhang zwischen Energiebedarf und sozialem Fortschritt ist unumstritten. Die Energiemenge je Einwohner unseres Planeten ist von einer Gesellschaftsformation zur anderen stets angewachsen. Da außerdem die Anzahl der lebenden Menschen nichtlinear zunahm, bedeutet dies eine Steigerung des Energieverbrauchs, der sich wesentlich rascher entwickelt als die Bevölkerungszahl. Allein so selbstverständlich erscheinende Fortschritte der letzten Jahrzehnte wie die Steigerung der Beförderungsgeschwindigkeit von Gütern und Personen fordern energetisch einen hohen Preis. Die heute üblichen Reisegeschwindigkeiten der Eisenbahnen, Autos und Flugzeuge bedingen ein Vielfaches der Energiemenge, die je Person für den Transport auf einem relativ langsam dahingleitenden Schiff vor wenigen Jahrzehnten aufgebracht werden mußte.

Die rasante Entwicklung des Weltenergiebedarfs wird sich auch in den vor uns liegenden Jahrzehnten nicht verringern. Man kann ihn auch nicht durch weltweite moralische Appelle grundlegend verändern, da objektive Entwicklungsgesetze der Gesellschaft existieren, die sich nicht manipulieren lassen. Dies enthebt uns allerdings nicht der Aufgabe, jeder Art von Energieverschwendung energisch entgegenzutreten. Gegenwärtig stehen wir vor der Tatsache, daß auf dem Energiesektor – ähnlich wie bei den Rohstoffen – eine äußerst ungleichmäßige Verteilung des Verbrauchs auf unserem Globus herrscht. Summarisch werden fast zwei Drittel der Weltenergie von knapp einem Fünftel der Weltbevölkerung verbraucht. Gerade in den hochentwickelten kapitalistischen Staaten ebenso wie in den Ländern der sozialistischen Welt verzeichnen wir weiterhin hohe Wachstumsraten des Energiebedarfs. Zudem ist der Rückstand der Entwicklungsländer in Rechnung zu stellen, die ihre ökonomischen und gesellschaftlichen Probleme nur bei starkem Anstieg des Energieverbrauchs lösen können. Aus alledem resultiert, daß der Weltbedarf an Energie auch in den kommenden Jahrzehnten weiter anwachsen wird, selbst wenn es ge-

länge, die Energieverschwendung in den hochentwickelten kapitalistischen Ländern einzuschränken. Bis zum Beginn der siebziger Jahre verdoppelte sich der Energieverbrauch in den USA rund alle acht Jahre. Trotz gegenwärtiger Bemühungen, von diesen unvernünftigen und letztlich auch unnötigen Raten wegzukommen, wird auch in den USA bestenfalls eine langsamere Zunahme des Energieverbrauchs zu verzeichnen sein. Betrachten wir aber die USA in ihrem Verhältnis zu den Entwicklungsländern – allein vom energetischen Standpunkt –, so ergibt sich die widersinnige Konsequenz, daß unsere gegenwärtig bekannten fossilen Energieträger binnen vier Jahren aufgebraucht wären, wenn diese Länder schlagartig die gleiche Energiemenge pro Kopf der Bevölkerung in Anspruch nähmen. Westliche Futurologen unken über drastische Folgen der Energie- und Rohstoffknappheit. So schreibt z. B. der bekannte amerikanische Futurologe R. Heilbroner, daß die Grenzen »im Bereich willentlicher Beeinflussung sozialer Gegebenheiten bewußt geworden« seien und uns nur relativ wenig Handlungsspielraum ließen. Gerade wenn jeder einzelne für seine »Überlebensmöglichkeit in einer weltweit schrumpfenden Wirtschaft« kämpfe, könne die Gefahr eines Atomkrieges stark anwachsen. Angesichts des Rohstoff- und Energiemangels würden sich die Lebensbedingungen der gegenwärtig armen und ärmsten Länder nur dann nicht noch weiter verschlechtern, »wenn man den Weltproduktionsausstoß in einem Ausmaß, das alle bisher erwogenen Maßnahmen bei weitem überträfe, umverteilte ... Eine solche beispiellose Umverteilungsaktion wäre nur unter dem Zwang einer drohenden Gefahr denkbar. Angesichts des nahezu freien Zugangs zu Atomwaffen ist es durchaus möglich, daß die armen Nationen selbst die Initiative zu einer solchen Aktion ergreifen; ›Kriege mit dem Ziel der Neuverteilung von Energie und Rohstoffen‹ könnten ihre einzige Lebenschance darstellen.« Bei allem Pessimismus enthält diese Aussage immerhin die indirekt formulierte Erkenntnis, daß der unbegrenzten Verschwendungssucht hochentwickelter imperialistischer Staaten auf Kosten der Entwicklungsländer tatsächlich eine Grenze gesetzt ist, wie der Prozeß des totalen Zerfalls von Kolonialreichen

auf unserem Globus bereits deutlich gemacht hat, wenn auch gleichzeitig noch verschiedene Formen von offenem oder verstecktem Neokolonialismus zu beobachten sind.

Was die angeblich finsternen Aussichten hinsichtlich der Energievorräte anbelangt, so ist darauf zu verweisen, daß sich zahlreiche neue Möglichkeiten der Energiegewinnung anbieten oder abzeichnen, die eine zufriedenstellende Lösung des Problems erwirken können, wenn man sich mit ganzer Kraft darauf konzentriert. Neben der Energie der Kernspaltung, die heute schon weltweit eine beträchtliche Rolle spielt, sei insbesondere die bisher noch nicht realisierbare Kernfusion erwähnt – ein Problem, mit dessen Lösung in den kommenden Jahrzehnten zu rechnen ist.

Allerdings ist die Zahl der z. T. recht komplizierten und noch offenen Fragen damit noch keineswegs erschöpft. Die Ausbreitung der Industrie im Weltmaßstab führt nämlich zu einem Grad der Umgestaltung der Natur, wie er früher undenkbar gewesen ist. Die globale Einwirkung auf die Natur hat nachhaltige Folgen für die Umwelt, das Lebensmilieu auf der Erde. Die Schädigung der Umwelt durch die weltweit aktiven Industrien ist derartig komplex und vielgestaltig, daß wir hier nur auf einige dieser Fragen hinweisen wollen, um deutlich zu machen, daß auch dies ein Stück der »Kehrseite« menschlicher Triumphe über die Natur darstellt.

## Heizen wir ein Treibhaus?

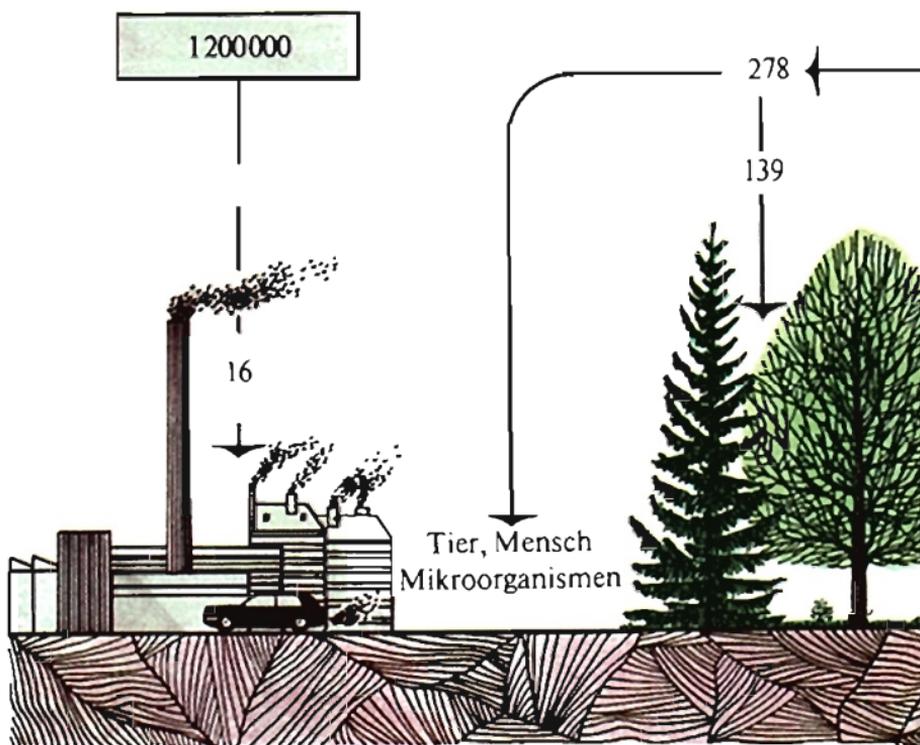
Bleiben wir zunächst noch beim Energieproblem und nehmen wir einmal an, die Bereitstellung der erforderlichen Wachstumsraten bereite keine Schwierigkeiten. Dann wären wir noch keineswegs aller Sorgen ledig. Schon im vergangenen Jahrhundert hatte der irische Physiker John Tyndall behauptet, daß die Welttemperatur mit dem Anteil von Kohlendioxid in der irdischen Atmosphäre zusammenhängt. In unserem Jahrhundert konnten Meteorologen eine erhebliche Zunahme der Jahresmitteltemperaturen in verschiedenen Gebieten der Erde feststellen. So stieg z. B. der Jahresdurchschnitt zwischen 1920 und 1954 in den USA um

2,7°C. In Spitzbergen, um 80° nördlicher Breite, liegen die Häfen heutzutage sieben Monate eisfrei, während es vor einem halben Jahrhundert nur drei Monate gewesen sind. Ursache: Anstieg der Jahresmitteltemperatur um 7°C im Zeitraum der letzten 60 Jahre.

Das relativ rasche Abschmelzen der Gletscher hat zu einem Anstieg des Meeresspiegels geführt, der gegenwärtig mit einer Geschwindigkeit fortschreitet, wie wir sie früher nicht kannten. Daß diese Entwicklung mit der Veränderung des Kohlendioxidgehalts der Atmosphäre zusammenhängt, haben Messungen bestätigt.

Man hat Grund zu der Annahme, daß der Gehalt unserer Atmosphäre an CO<sub>2</sub> seit Beginn des Jahrhunderts um etwa 10% angewachsen ist. Abschätzungen ergaben, daß allein durch die fossilen Brennstoffe in unseren Öfen, Autos, Schiffen, Gaswerken und Flugzeugen im letzten halben Jahrhundert rund 366 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> zusätzlich in die Atmosphäre gelangten. Wissenschaftler verweisen auf den hohen CO<sub>2</sub>-Gehalt der Sümpfe, deren Austrocknung dieses Gas demzufolge ebenfalls in großen Mengen freisetzt. Zwischen der durch den Menschen unmittelbar hervorgerufenen Erwärmung und der Austrocknung der Sümpfe besteht natürlich ein Zusammenhang, da diese um so schneller austrocknen, je wärmer die Umwelt wird. Somit schaukelt sich dieser Prozeß hoch. Freilich sind die hier genannten Daten nicht aussagekräftig genug, um wissenschaftlich genügend zuverlässige Prognosen zu gestatten; denn auf natürliche Weise – durch die Verwitterung von Gesteinen – werden noch weitaus größere Mengen CO<sub>2</sub> frei, die vermutlich vom irdischen Pflanzenbestand gerade mit einer Geschwindigkeit verbraucht werden, die für eine konstante CO<sub>2</sub>-Menge in der Atmosphäre sorgt.

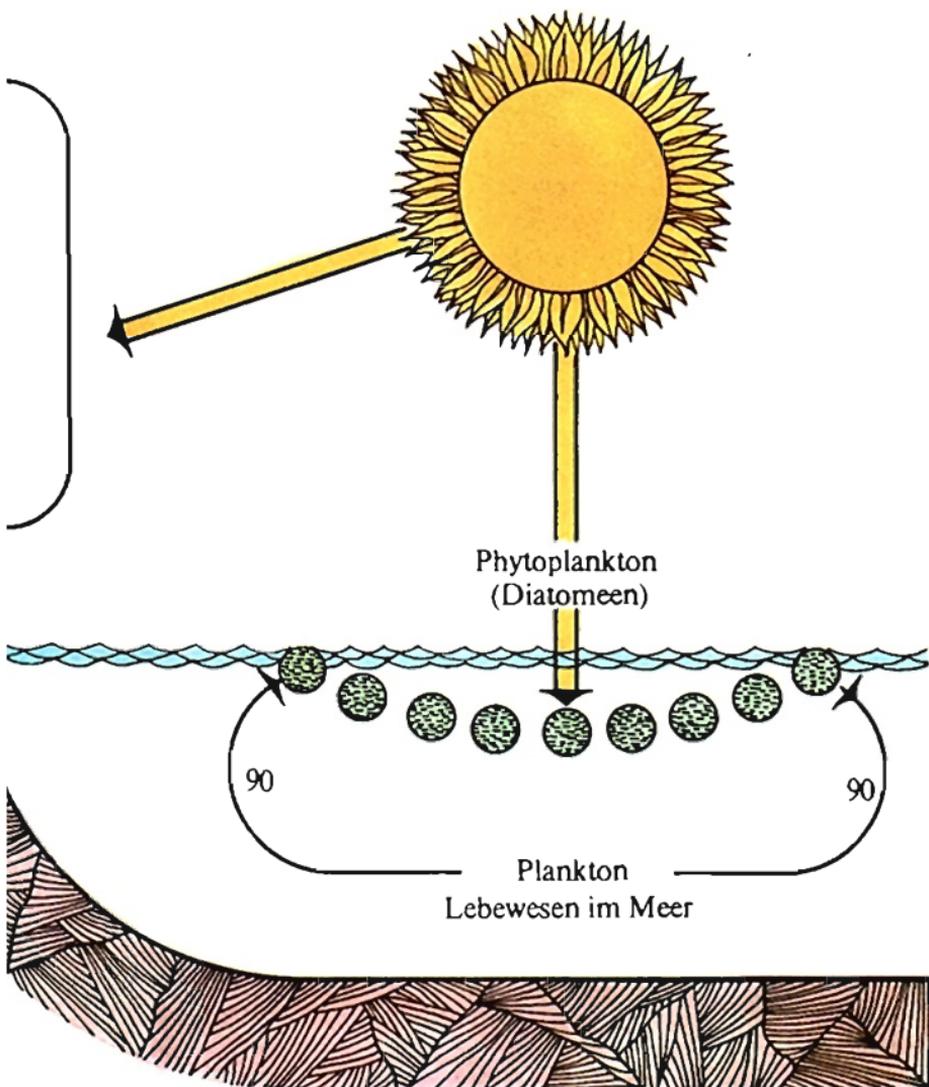
Andererseits beobachten die Wissenschaftler auch gegenläufige Tendenzen, nämlich eine Temperaturabnahme, die durch die Zunahme der atmosphärischen Trübung infolge der Industrialisierung erklärt wird. Die längsten hierüber vorliegenden Messungen stammen aus gefrorenen Schneeproben des Kaukasus. Während des 19. Jahrhunderts ließ sich eine allmähliche Zunahme des Staubes feststellen. Mit der Industrialisierung nach 1930 jedoch stiegen die Werte um fast 2000%.



*Jährlicher Sauerstoffverbrauch auf der Erde (Zahlenangaben in Milliarden Tonnen). Die Zahl oben links (im Rahmen) gibt den in der Erdatmosphäre vorhandenen Sauerstoff (ebenfalls in  $10^9$  t) an.*

Niemand vermag heute genügend sicher zu sagen, zu welchen langzeitigen Änderungen diese beiden gegenläufigen Prozesse führen. Ob der Mensch mit seiner globalen Einwirkung auf die Natur an jenem Hebel sitzt, der entscheidende Klima-Umschwünge mit all den drastischen Folgen vor allem für die Landwirtschaft bewirkt, vermag man nicht mit hinreichender Sicherheit auszuschließen.

Eine andere, ebenfalls nicht geklärte Frage lautet: Welche Folge hat die vom Menschen ständig direkt in die Umwelt geleitete Wärme? Ist es denkbar, daß wir Wärme schneller in unsere Umgebung bringen, als sie wieder in den Weltraum abgestrahlt werden kann? Beschwören wir vielleicht katastrophale Folgen für die Existenzbedingungen der Menschheit herauf? In welcher Weise vermögen die gewaltigen Wassermassen unseres Planeten hier regulierend zu wirken? Alles dies sind Fragen an die Wis-



senschaft, deren Beantwortung von großer Bedeutung für das zukünftige Verhalten der Menschheit beim Umgang mit Energie sein wird. Dieselben Prozesse, die zur Aufheizung der Atmosphäre und zu ihrer gefährlichen Anreicherung mit Kohlendioxid führen, dezimieren gleichzeitig den Sauerstoffgehalt.

Die Sauerstoffmenge, die Menschen und Tiere zur Atmung benötigen, ist gegenüber dem Sauerstoffverbrauch unserer heutigen Industrie und Technik außerordentlich gering. Allein die Verbrennung von Kohle und Erdöl beansprucht etwa 15% des auf biologischem Weg regenerier-

ten Sauerstoffs unseres Planeten. Aber damit nicht genug: Auf unserer Erde bewegen sich gegenwärtig etwa 200 Millionen Kraftfahrzeuge. Ein einziges Auto verbraucht auf einer Strecke von 1000 km dieselbe Sauerstoffmenge, die ein Mensch während eines ganzen Jahres zum Atmen benötigt. Weitaus gigantischer ist der »Sauerstoffpreis«, den wir für den Zeitgewinn bezahlen müssen, den uns Flugzeuge einbringen. Während einer Ozeanüberquerung »vernichtet« eine Düsenmaschine zwischen 30 und 100 Tonnen Sauerstoff. Heutzutage fliegen jedoch etwa 3000 Flugzeuge zu gleicher Zeit. Doch weder die Anzahl der Kraftfahrzeuge noch die der Flugzeuge bleibt auf dem gegenwärtigen Stand. Man nimmt vielmehr an, daß sich der Sauerstoffverbrauch allein des Luftverkehrs bis zur Jahrtausendwende verzehnfachen wird, was einer Vernichtung von 160 Millionen Tonnen Sauerstoff pro Jahr entspräche.

Woher kommt nun der Sauerstoff, und was tun wir, um seine »Produzenten« zu pflegen? Der auf dem Festland produzierte Sauerstoff stammt im wesentlichen aus Wäldern. In welchem Umfang riesige Waldflächen heute abgerodet werden, ist bekannt. In den USA hat die Rodung der Wälder, das Anlegen von Gras- und Getreideflächen oder von Betonflächen im Verein mit der Industrialisierung und der Entwicklung des Verkehrswesens zu der alarmierenden Tatsache geführt, daß nur noch 60% des dort benötigten Sauerstoffs im Lande selbst regeneriert werden. Gerade dieses Beispiel zeigt, wie letztlich alle – gleich, in welchem Maße sie an der Belastung der Umwelt beteiligt sind – für die Sünden anderer zahlen müssen.

Ein anderer, womöglich noch größerer Teil des Sauerstoffs unserer Atmosphäre stammt von den Pflanzen im Meer. Thor Heyerdahl bemerkte während seiner Reise auf dem Papyrusboot »Ra-2«, daß an die Bordwand seines Schiffes Erdölklumpen von Faustgröße gespült wurden, die mit Wasserpflanzen, Vogelfedern und Krebstieren vermischt waren. Diese Beobachtung ist nur ein äußeres Zeichen für die außerordentliche Verschmutzung der Welt-ozeane infolge unseres Umganges mit der Natur. Von Experten wird geschätzt, daß wir etwa 500 000 verschiedene Substanzen ins Meer leiten, ohne die Folgen dieses Tuns im

einzelnen übersehen zu können. Neben Öl und chemischen Abfallstoffen gelangen auch Lösungsmittel, radioaktive Abfälle, Schwermetalle und andere Stoffe ins Meer; dazu kommen noch zahlreiche andere Stoffe, die ursprünglich in die Atmosphäre abgelassen wurden, aber über den »Umweg Regen« letztlich ebenfalls im Meer landen. So konnte z. B. festgestellt werden, daß die Bleikonzentration im Pazifischen Ozean gegenüber früheren Jahren um das Zehnfache angestiegen ist. Ohne Zweifel stammt sie aus dem Bleitetraäthyl der Treibstoffe von Autos, denn die rasche Zunahme des Bleigehalts im Meerwasser oder im arktischen Schnee erfolgte zeitgleich mit dem wachsenden Verbrauch von Treibstoffen, denen Bleitetraäthyl zugesetzt wurde.

Eine alarmierende Nachricht haben die Quecksilbermessungen im Meerwasser ergeben. Der starke Anstieg des Quecksilbergehalts rührt daher, daß praktisch 50% der Weltproduktion an Quecksilber ständig ins Meer gelangen. Dort kann es sich beispielsweise in Fischen anreichern, die den Menschen als Nahrung dienen.

Nicht wenige Zukunftsprognosen hinsichtlich der Meeresverseuchung sind recht düster. Manche Forscher meinen, daß der Meeresboden in wenigen Jahrzehnten förmlich mit Müll verschiedenster Beschaffenheit gepflastert sein wird. Die Meldungen von großen Ölkatastrophen der letzten Jahre, bei denen sich die Ladungen großer Tanker aufs offene Meer ergossen, sind beunruhigend. Obwohl es schon seit 1954 eine internationale Übereinkunft zur Verhinderung der Meeresverschmutzung durch Öl gibt, sind, wie selbst der bürgerliche Futurologe Gordon Rattray Taylor feststellt, die Regierungen der kapitalistischen Staaten »bekanntlich außerordentlich träge, wenn es gilt, die Freiheit der Ölkonzerne... einzuschränken«.

## Achtung! Radioaktivität!

Am Ende des vergangenen Jahrhunderts trat ein weiterer Risikofaktor auf die Weltbühne: die Radioaktivität. Hierunter verstehen wir die Eigenschaft bestimmter Atome, spontan in andere Atome zu zerfallen und dabei eine

Teilchen- oder Wellenstrahlung, die sogenannte radioaktive Strahlung, auszusenden. Nachdem Henri Becquerel diese Eigenschaft im Jahre 1896 am Element Uran entdeckt und die Curies aus 1000 kg Uranerz knapp ein Gramm Radium präpariert hatten, war die Radioaktivität relativ lange Zeit nur für Spezialisten und Theoretiker interessant. Heute aber werden radioaktive Substanzen überall in der Welt und in großen Mengen auf den verschiedensten Gebieten von Wissenschaft, Technik, Medizin und in der Produktion angewendet. Wir haben inzwischen gelernt, nicht nur die natürlichen radioaktiven Substanzen in reicher Menge zu produzieren, sondern auch künstliche radioaktive Elemente herzustellen. Zu Beginn unseres Jahrhunderts betrug der Weltvorrat an radioaktiven Elementen nur etwa 10 Curie – entsprechend einer Zerfallsrate von  $37 \times 10^{10}$  Zerfällen/Sekunde. Heute kann man von einer Gesamtaktivität der vorhandenen radioaktiven Elemente in der Größenordnung einiger Millionen Curie sprechen.

Hauptproduzent radioaktiver, d.h. stark strahlender Substanzen sind schon heute die Kernkraftwerke. Niemand, der die Weltenergiesituation ernsthaft analysiert, kann daran zweifeln, daß der Anteil der in Kernkraftwerken produzierten Energie an der Weltenergieproduktion weiterhin rapide zunehmen wird – zunehmen muß. Die bisherigen Schätzungen haben sich stets als zu niedrig erwiesen, und zwar sowohl hinsichtlich des Energiebedarfs als auch in bezug auf den Anteil der Kernenergie an der Gesamtproduktion. Beim Betrieb von Kernkraftwerken – gleichgültig, welche Reaktortypen dabei bevorzugt werden – fallen stets radioaktive Abfallprodukte an, Stoffe, die eine stark ionisierende Strahlung aussenden und daher dem allgemeinen Kreislauf der Stoffe auf der Erde und in der Atmosphäre absolut zuverlässig und für lange Zeit entzogen werden müssen. Gegenwärtig wird der Atom Müll entweder in entlegenen Bergwerken, Felsspalten oder Höhlen gelagert, zu denen keinerlei Zutritt besteht, oder in eine glasartige Masse überführt, die ohne Risiko für die Umwelt vergraben werden kann. Ein Durchsickern der radioaktiven Stoffe in das Erdreich oder in den Wasserkreislauf muß dabei für mehr als ein halbes Jahrtausend sicher auszuschließen sein. Dies erfordert umfangreiche

wissenschaftliche Untersuchungen, Sicherungs- und Kontrollmaßnahmen und einen entsprechenden finanziellen Aufwand. Eine möglicherweise noch größere Gefahr erblicken Experten in der Verseuchung unserer Atmosphäre durch die radioaktiven Gase Krypton und Tritium, die sowohl bei der Herstellung von Kernbrennstoffen als auch beim Betrieb von Reaktoren frei werden und direkt in die Atmosphäre gelangen, wenn nicht entsprechende Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Ohne solche Maßnahmen – so schätzen Wissenschaftler – würde sich beispielsweise die Konzentration von radioaktivem Krypton während der kommenden 80 Jahre auf das 100fache eines höchstzulässigen Wertes von 0,6 Mikrocurie pro Kubikmeter erhöhen. Eine wissenschaftlich zuverlässige Kenntnis der Auswirkungen von Tritium auf Menschen fehlt bisher noch, so daß auch noch keine international verbindlichen Empfehlungen zu diesem Problem erlassen wurden. Tatsache ist jedoch, daß verschiedene radioaktive Substanzen in biologischen Systemen, d. h. in Tieren, Pflanzen und Menschen, in geradezu dramatischer Weise angereichert werden, was ihre Gefährlichkeit nur noch erhöht. So hatte man beispielsweise in der Nähe eines großen amerikanischen Forschungslaboratoriums in Oak Ridge einen Stausee entstehen lassen, in den radioaktives Zäsium gepumpt wurde. Die Konzentration betrug nur einige zehntausendstel Mikrocurie je Liter. In dem dort lebenden Seebarsch war sie jedoch nach kurzer Zeit 35mal so hoch wie im Wasser. Schneckenlarven des Flusses, in den die leicht radioaktiven Abwässer des Hanford-Reaktors gelangen, zeigten eine Konzentration radioaktiver Stoffe, die um den Faktor 350 000 höher lag als die des Wassers, in dem die Larven leben. Unter Berücksichtigung der Verbreitung von Insekten und Vögeln bedeutet dies, daß die radioaktiven Stoffe weit über das ursprüngliche Gebiet hinaus gelangen. So fanden z. B. sowjetische Forscher am Ufer eines Sees in toten Insekten soviel Radioaktivität, wie man sie durch zwei Wasserstoffbombenexplosionen erwarten könnte. Die meisten der toten Insekten werden von Vögeln gefressen, so daß die Radioaktivität sich weitverbreitet. Eine Anreicherung radioaktiven *fallouts* vollzieht sich auch in Algen oder

Moosen, die wiederum anderen Tieren zur Nahrung dienen, so daß diese Stoffe dadurch in den Kreislauf gelangen. Die Wissenschaftler sind sich indessen noch keineswegs darüber einig, wo eine Gefährdung durch Radioaktivität für den Menschen überhaupt beginnt; denn bei der Beantwortung dieser Frage ist nicht nur die Möglichkeit direkter körperlicher Schäden, sondern vor allem das viel schwierigere Problem von genetischen Spätschäden zu bedenken.

Wenden wir uns nun schließlich noch kurz der vieldiskutierten Frage der »Bevölkerungsexplosion« zu, aus der letztlich alle anderen Fragen resultieren. Lebten heute auf der Erde nur 15 Millionen Menschen, so könnten wir angesichts der gewaltigen Ausdehnung der Erde kaum eine irreparable Umweltschädigung herbeiführen. Die Natur wäre stets in der Lage, diese Prozesse durch Regeneration rückgängig oder unwirksam zu machen. Andererseits – und dies haben wir bereits betont – könnten 15 Millionen Menschen nicht jenen Grad der Naturbeherrschung praktizieren, den die heutige Menschheit in ihrer Gesamtheit, wenn auch keineswegs insgesamt, erreicht hat.

## Geburtenzahlen ohne Ende?

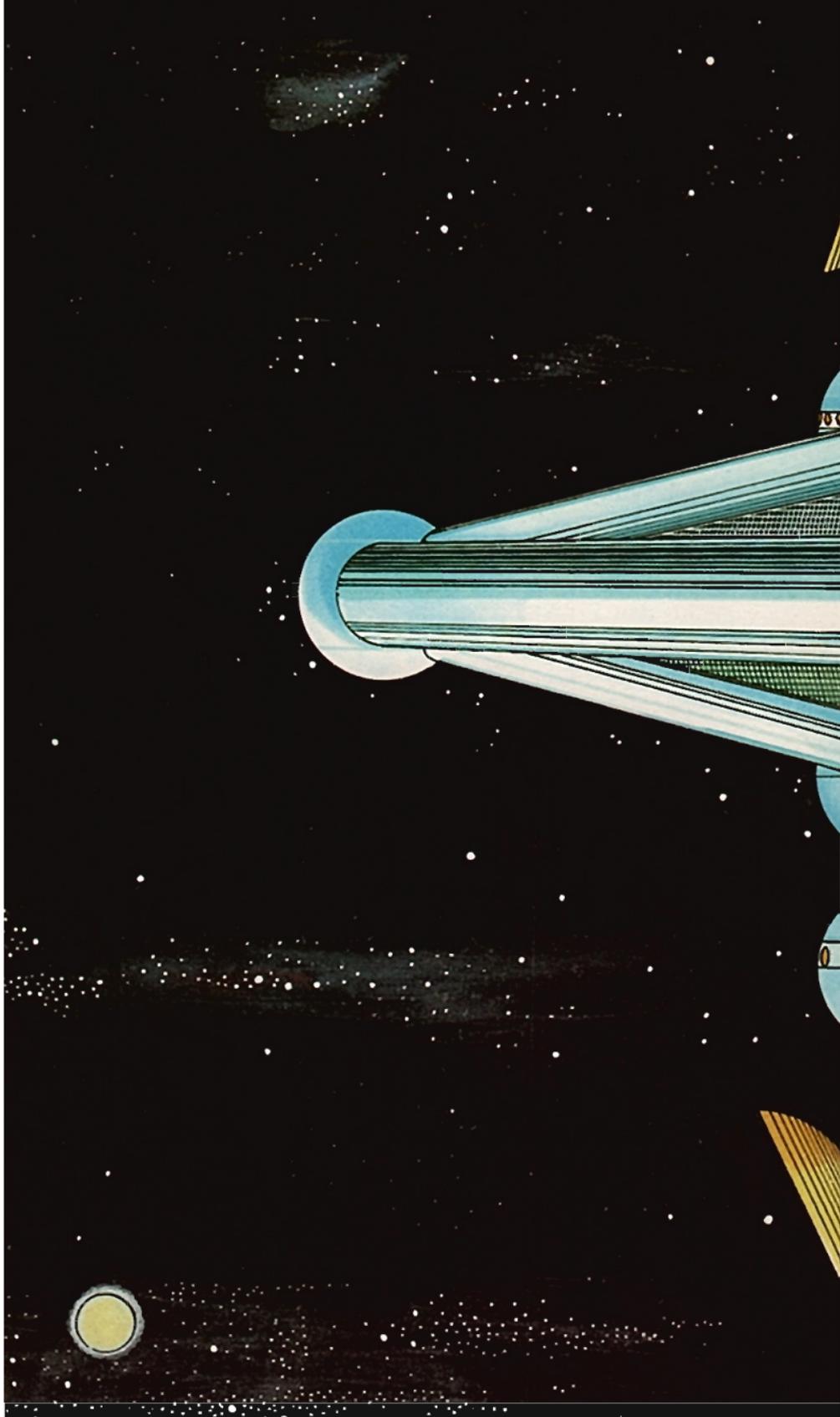
Die eigentliche Problematik besteht darin, daß die Anzahl der lebenden Menschen ständig zunimmt, und zwar mit wachsender Geschwindigkeit. Gegenwärtig wächst die Anzahl der auf unserem Planeten lebenden Menschen in jeder Minute um 100. Daß diese Entwicklung nicht in alle Zukunft weitergehen kann, ist selbstverständlich. Ein Demograph hat die Absurdität eines unbegrenzten Bevölkerungswachstums an einer Rechnung aufgezeigt. Schon am 13. Juli des Jahres 2116 gäbe es auf der Erde keinen freien Platz mehr, auf dem ein Erdenbürger stehen könnte, wenn die gegenwärtige Entwicklung in die Zukunft extrapoliert wird.

Nun wissen wir aus dem Studium der Populationsentwicklung von Tieren, daß ökologische Regelfaktoren ein unbegrenztes Wachstum verhindern. In der Tierwelt beeinflußt sich z. B. die Zahl der »Räuber« und die der Beutetiere

gegenseitig so, daß sich eine konstante Populationsstärke herausbildet. Selbst wenn wachstumshemmende Faktoren künstlich beseitigt werden, gibt es kein unbegrenztes Ansteigen der Zahl der Individuen. So hatte man z. B. in einem Naturschutzgebiet Arizonas sämtliche Raubtiere zum Schutz der Hirsche getötet. Nachdem die Population innerhalb von 20 Jahren von anfangs 5 000 Tieren bis auf 100 000 angewachsen war, brach sie dann relativ schnell in sich zusammen. Krankheiten, Nahrungsmangel, genetische Defekte und Parasiten führten insgesamt dazu, daß die anfängliche Populationsstärke sich wieder herausbildete. Allerdings war der genetische Zustand jetzt bedeutend schlechter als zuvor.

Ähnliches kennt man aus dem Studium von Mikroorganismen. Führt man genügend Sauerstoff und Nährstoffe zu, kommt es zu einer Explosion der Anzahl der Individuen. Überläßt man dieses biologische System sich selbst, so kommt es jedoch ebenfalls zu einem Umkehrpunkt der Entwicklung, da sich die Mikroorganismen schließlich durch ihre eigenen Stoffwechselprodukte vergiften und daran zugrunde gehen. Jedoch kann man diese Beobachtungen aus dem Tierreich keineswegs auf die Menschheit übertragen. Denn lediglich während der Urgesellschaft wurde die Bevölkerungsentwicklung durch natürliche Regelfaktoren gesteuert. Im Zuge der gesellschaftlichen Entwicklung beeinflusste der Mensch in zunehmendem Maße die natürlichen Bedingungen zu seinen Gunsten. Raubtiere, Witterung und Krankheiten stellen für die Menschheit unserer Zeit keine Regelfaktoren von bemerkenswerter Bedeutung mehr dar. Während die hemmenden Faktoren der natürlichen Umwelt als Regelfaktoren weitgehend ausfielen, rückten sozialökonomische Bedingungen in den Vordergrund. Somit läßt sich die Frage nach der weiteren zahlenmäßigen Entwicklung der Menschheit nicht mechanisch aus der Kenntnis anderer biologischer Systeme beantworten. Man kann höchstens feststellen, daß eine Stabilisierung der Erdbevölkerungszahl in den kommenden Jahrzehnten bis zum Ende des

*Abb. auf S. 40/41: Raumstation der Zukunft (nach einem Gemälde von A. Leonow und A. Sokolow)*





2. Jahrtausends mit Sicherheit nicht erwartet werden kann. Dafür spricht einerseits die Tatsache, daß ein großer Teil der heute lebenden Menschen auch im Jahre 2000 noch leben wird, der überwiegende Teil der Eltern von Kindern, die bis zum Jahre 2000 geboren werden, bereits lebt und die gegenwärtig geborenen Kinder bis zu dieser Zeit wiederum Kinder haben werden. Ohne die sozialökonomischen Ursachen dieser Entwicklung hier näher zu untersuchen, wollen wir also feststellen, daß wir mit einer weiteren mehr oder weniger raschen Zunahme der Weltbevölkerung in der näheren Zukunft zu rechnen haben.

Die große Anzahl lebender Menschen war aber – wie wir sahen – einerseits eine entscheidende Voraussetzung für den heute im Mittel erreichten gesellschaftlichen und technischen Entwicklungsstand der Menschheit. Andererseits besteht hierin aber auch eine der Ursachen für die jetzt sichtbar werdenden ernstesten Probleme, vor denen die Menschheit auf den Gebieten der Nahrungsmittel-, Energie- und Rohstoffproduktion sowie des Umweltschutzes steht. Demnach können wir bereits heute vorhersagen, daß diese Probleme in den kommenden Jahrzehnten eher noch zunehmen als abnehmen werden.

Angesichts der Tatsache, daß schon heute die Hälfte der Menschheit kaum ausreichend ernährt ist und ein Drittel sogar hungert, gibt diese Entwicklung tatsächlich Anlaß zu ernstesten Sorgen. Hierbei handelt es sich natürlich vor allem um gesellschaftliche Fragen. Das Gerede vom angeblichen »Nord-Süd-Konflikt«, das zahlreiche westliche Propagandisten im Munde führen, versucht lediglich, die gesellschaftlichen Wurzeln dieser Tatsache zu verschleiern.

Eine konsequente Lösung des Bevölkerungsproblems wird daher letztlich nur durch Anwendung wissenschaftlich-technischer und sozialökonomischer Maßnahmen herbeizuführen sein. Der von der UNO 1974 auf der Weltbevölkerungskonferenz von Bukarest ausgearbeitete Programmentwurf betont daher nachdrücklich, daß die sozialökonomische Entwicklung der Länder mit dem größten Bevölkerungswachstum der Hauptweg zur Lösung des Problems ist, während demographische Maßnahmen diesen Weg nur flankieren können, jedoch allein nicht ausreichen. Zumal wir die größten Zuwachsraten auf dem

Gebiet der Nahrungsmittelproduktion nicht etwa in den Ländern beobachten, in denen Mangel an Nahrung herrscht, sondern im Gegenteil dort, wo ohnehin genug vorhanden ist. Wir könnten diese »Kehrseite der Medaille« noch um weitere Details bereichern, ohne den Gesamteindruck wesentlich zu ändern.

Fassen wir die ersten beiden Kapitel unserer Darstellung kurz zusammen, so können wir folgendes Resümee ziehen: Einerseits hat der Mensch diesen Planeten, dessen Produkt er ist, in großartiger Weise in Besitz genommen. Andererseits hat er bei dieser Inbesitznahme zahlreiche Bedingungen verursacht, die zu ernststen Bedenken Anlaß geben.

Der Titel des bekannten Buches von G. R. Taylor zu diesen Fragen heißt: »Das Selbstmordprogramm«. – Ein Bekenntnis des Autors? Es schließt mit den Worten: »Es ist keineswegs klar, ob der Mensch das Wissen und die politische Vernunft besitzt, seine Macht sachgemäß einzusetzen, so daß die Menschen ein mindestens ebenso erfülltes Leben leben können, wie unter den früheren Verhältnissen. Es ist in der Tat nicht ausgeschlossen, daß er seine Möglichkeiten falsch ausnützt und eine Katastrophe heraufbeschwört ... Wenn der Mensch jedoch alles zugrunde gerichtet hat, dann wird wenigstens niemand mehr da sein, der sagen könnte: ›Ich hab's ja gesagt.«

Wohlgemerkt, die Autoren solcher und ähnlicher Schlußfolgerungen sind nicht immer sensationslüsterne Schwarzmalerei, sondern oft in echter Besorgnis um die Zukunft der Menschheit. Ist es uns gelungen, in den ersten beiden Kapiteln deutlich zu machen, wo solche Schlüsse ihre Wurzeln haben, dann wird im folgenden um so besser verständlich sein, warum das Thema »Aussiedlung der Menschheit in den Kosmos« überhaupt ein so breites Interesse in zahlreichen kapitalistischen Ländern finden konnte. Für viele Menschen scheint sich hier eine Perspektive zu bieten, die mehr Raum für Zukunftshoffnungen läßt als die politischen und technischen Programme ihrer Regierungen: Aussiedlung als »Flucht zu besseren Gestaden«.

---

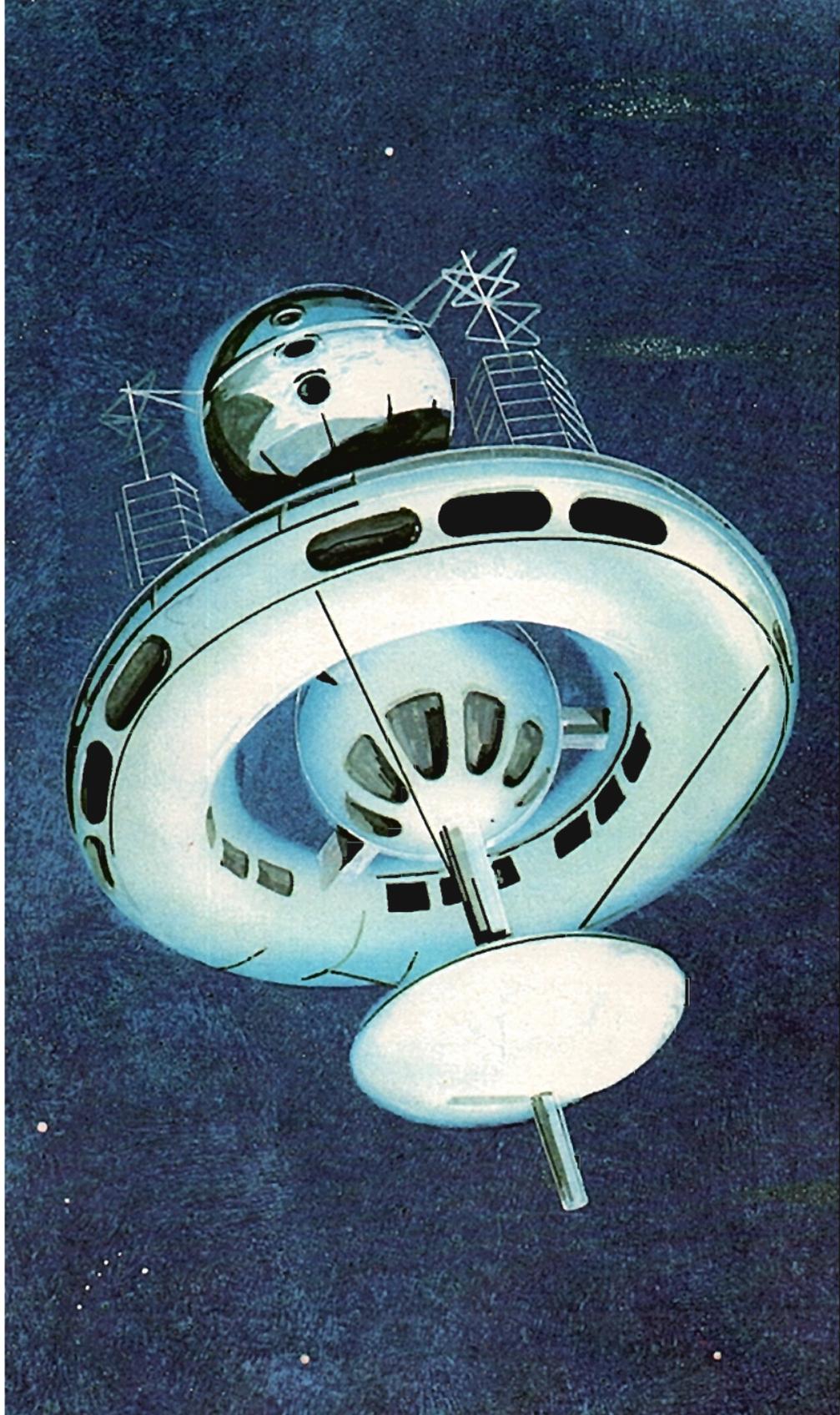
# Kunstlandschaften im All

---

Die Idee, den Kosmos zu besiedeln, auf fremden Planeten Station zu machen oder künstliche Lebensräume innerhalb unseres Planetensystems zu schaffen, ist keineswegs ein originelles Produkt unserer Zeit. Schon bevor es in der Praxis überhaupt den Flug von Apparaten und Menschen in den Kosmos gab, wurden mehr oder weniger spekulative Projekte der Besiedlung fremder Himmelskörper in der Literatur diskutiert. In utopischen Romanen war das Leben außerhalb der Erde schon im 19. Jahrhundert ein durchaus salonfähiges Thema. Kurd Laßwitz schilderte um 1897 in seinem Roman »Auf zwei Planeten« bemannte Raumstationen über den irdischen Polen, die als »Weltraumbahnhöfe« dienen sollten.

Geradezu verblüffend sind die Schilderungen des genialen Ziolkowski in seinem Roman »Außerhalb der Erde« (1896). Im Mittelpunkt der Darstellung steht hier eine bemannte Raumstation mit internationaler Besatzung. In dem Kapitel »Der Zustand der Menschheit im Jahr 2017« entwirft Ziolkowski z. B. eine optimistische Zukunftsvision: »Friedlich ging die Menschheit auf dem Wege des Fortschritts voran. Lediglich das rasche Anwachsen der Bevölkerung machte alle besonnenen Menschen und leitenden Personen nachdenklich. Gedanken an die Möglichkeit, die Weiten des Weltraums zu bezwingen und zu nutzen, waren schon längst aufgetaucht: vor mehr als hundert Jahren. Bereits 1903 hatte ein russischer Denker<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ziolkowski spricht hier von sich selbst.



eine ernsthafte Arbeit hierüber geschrieben und mathematisch bewiesen, daß aufgrund damaliger wissenschaftlicher Daten die Besiedlung des Sonnensystems durchaus möglich wäre. Aber diese Ideen waren fast vergessen . . .« An einer anderen Stelle dieses klassischen Science-fiction-Romans zieht er sogar die Nutzung von Bodenschätzen des Sonnensystems für die Errichtung großer kosmischer Kunstbauten in Betracht: »Der Raum in 34 000 km Entfernung von der Erdoberfläche . . ., wo jetzt Kolonien eingerichtet werden, ist ungünstig, da es dort nicht genügend Material für die Arbeiten gibt. Deshalb schlage ich vor, die neuen Siedlungen etwas weiter in den Raum zwischen den Bahnen von Erde und Mars zu verlegen. Er ist überreich erfüllt von wertvollstem Baumaterial. Dabei denke ich an sehr kleine Planeten, die von der Erde aus nicht zu sehen sind. Wenn die Anzahl der Kolonien groß genug geworden ist, können sie dort eine eigene Industrie errichten. Sie werden ihre Wohnungen selbst bauen und nicht mehr die Unterstützung der Erde brauchen.«

Ähnliche Gedanken finden sich später auch in anderen wissenschaftlichen, populären oder phantastischen Publikationen. Die Pioniere der Raumfahrt in den ersten Jahrzehnten ziehen fast durchweg die Möglichkeit der Besiedlung fremder Himmelskörper des Sonnensystems in Betracht.

Freilich handelte es sich zumeist um mehr oder weniger phantastische Gedankenspielerereien mit recht allgemeiner Motivierung. So wird z. B. das menschliche »Jagen nach Licht und Raum« zitiert; andere Autoren bemühen die »Dynamik« des menschlichen Charakters und den ihnen »eingeborenen Pioniergeist«. Doch diese Begründungen änderten sich in dem Maße, wie Probleme infolge des Anwachsens der Erdbevölkerung, der Verschmutzung der Umwelt, des Mangels an Energie usw. stärker in das Bewußtsein rückten.

In dem Buch »Raumfahrt wohin?« äußert sich der bekannte Raumfahrttechniker Eugen Sänger (1905–1964) zur Frage der zukünftigen Bevölkerungsentwicklung der Erde mit der Erklärung: »Es erscheint uns weit natürlicher und wahrscheinlicher (als eine Stagnation der Bevölkerung, D. B. H.), daß die stetige Ausweitung des Siedlungsraumes

der Menschheit in den letzten Jahrhunderttausenden nicht mit der Vollbesiedlung der Erdoberfläche haltmachen wird, sondern daß sie sich zwangsläufig auf andere Weltkörper ausdehnen wird, sobald die Technik uns entsprechende Mittel zur Verfügung stellt.«

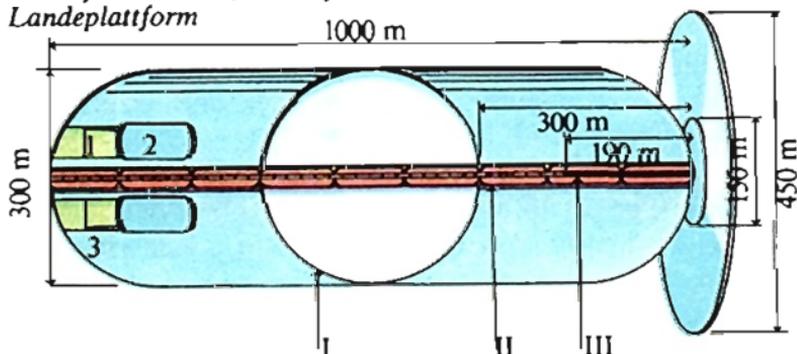
Man werte diese Zitate nicht als Ausdruck von Erkenntnissen, sondern als eine Meinung, gewachsen auf dem Boden gesellschaftlicher und technischer Realitäten unserer Zeit. Der englische Raketenpionier und Science-fiction-Autor Arthur C. Clarke schildert in seinem Buch »Unsere Zukunft im All« die Welt eines besiedelten Mondes mit den Worten: »Und in vielleicht schon fünfzig Jahren dürfte es für jedermann wenigstens einmal in seinem Leben erschwinglich sein, den Mond zu besuchen – und sei es auch nur, um die Enkel zu sehen, die, im lunaren Schwerfeld geboren, niemals zur Erde reisen können und die auch nicht das geringste Bedürfnis danach verspüren. Ihnen möchte unser Planet nämlich als eine sehr unschöne, geräuschvolle, überfüllte, gefährliche und vor allem *schmutzige* Welt erscheinen ... Und in zweihundert Jahren wird es Vereinigungen gewissenhafter Bürger geben, die bis aufs Blut darum kämpfen, die letzten unberührten Spuren lunarer Wildnis zu bewahren.«

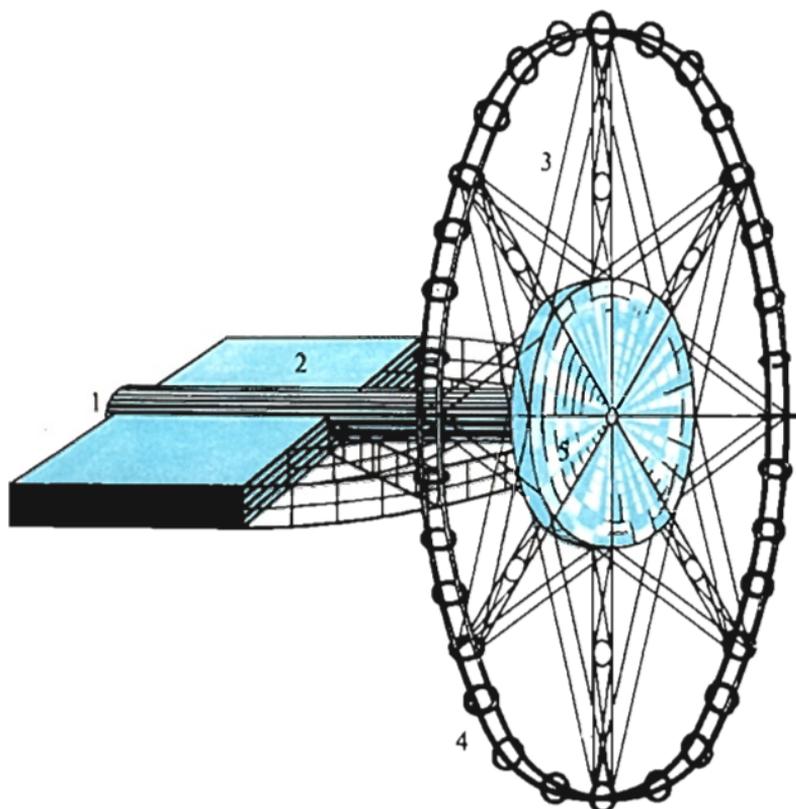
Doch solche Gedankengänge, die uns wie eine Projektion gegenwärtiger kapitalistischer Verhältnisse in die

*Schnitt durch die Weltraumstadt von D. C. Romick.*

*I – letzter Erweiterungsbau, in drei luftdichte Zellen unterteilt; eine zusätzliche Meteorschutzhülle umgibt diese Anlage; II – erste Ausbaustufe; III – Kern aus Raketenstufen.*

*1 – luftdichte Tür; 2 – luftdichte Raketendocks; 3 – Start- und Landeplattform*





*D. C. Romicks Weltraumstadt; Ausbaustufe nach 6 Monaten. 1 – erster Ausbau; 2 – letzte Erweiterungen; 3 – provisorische Verspannung; 4 – Skelett für den endgültigen Ausbau des Rades; 5 – erster (fertiger) Bauabschnitt des Rades*

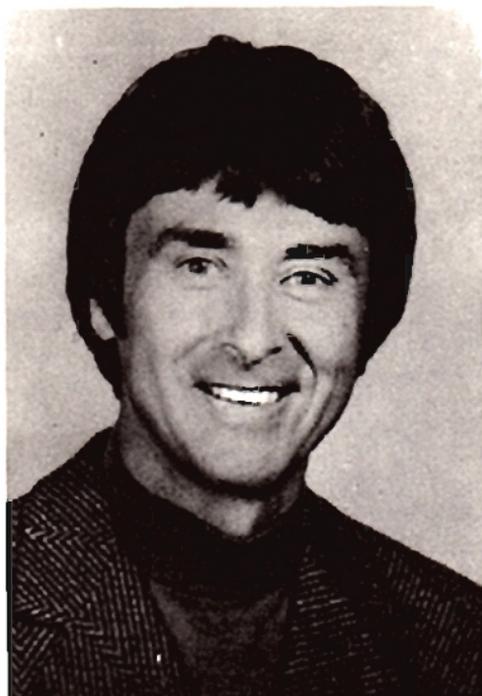
Zukunft anmuten, ließen schließlich einige Projektentwickler auf den Plan treten, die sich ernsterhaft mit »kosmischen Auswegen« beschäftigten. Als erster Vertreter dieser zahlenmäßig zwar kleinen, aber doch aufsehenerregenden Gruppe machte der amerikanische Ingenieur D. C. Romick von sich reden, der – noch vor dem Start von Sputnik 1 – Weltraumvorstädte der Erde erdachte. Daß diese Pläne ausgerechnet unmittelbar nach dem Start des ersten Erdsatelliten in zahlreichen westlichen Ländern publiziert wurden, war gewiß mit einem sehr erwünschten Nebeneffekt verbunden, konnte man doch auf diese Weise der Realität des sowjetischen Sputniks ein Stück atemberaubender Phantasie entgegenstellen – auch eine Auswirkung des »Sputnikschocks« in den USA.

Romick, Mitarbeiter der Goodyear Aircraft Company, plante eine Stadt im Weltraum, mit allem, was dazugehört: Wohnungen, Schulen, Geschäften, Theatern – technisch so konzipiert, daß man daraus nach dem Baukastensystem mit der Zeit auch einen kleinen »Freistaat im Weltall« zusammenbasteln konnte. Aus den Transportstufen der Raketen wird der Kern der Raumstation in der Erdumlaufbahn durch Arbeiter und Ingenieure zusammengefügt. Schon nach wenigen Tagen sind etwa zehn Raketen miteinander verbunden, und nach vier Wochen trifft Nachschubmaterial von der Erde mit neuen Raketen ein. Die Röhre von 2,75 m Durchmesser wird jetzt mit einem Gerippe aus einzelnen Ringen im Durchmesser von 25 m umgeben. Während dieser stationäre Teil weiter vergrößert wird, beginnt man mit dem Bau eines riesigen Rades von 150 m Durchmesser, das etwa 100 000 Kubikmeter Rauminhalt aufweisen soll. Dieser Entwicklungsstand soll ungefähr zwölf Wochen nach Baubeginn erreicht sein. Im weiteren Verlauf der »kosmischen Bauarbeiten« werden sowohl der Durchmesser des stationären Teils als auch der Umfang des »Wohnrades« immer weiter vergrößert, so daß schließlich nach etwa drei Jahren ungefähr 20 000 Menschen an Bord der »kosmischen Vorstadt« leben können.

Betrachtet man Romicks Projekt vom Standpunkt der inzwischen fast 25jährigen Raumfahrterfahrungen, so mutet es freilich recht naiv an. Außerdem kann es natürlich kaum Anspruch darauf erheben, das Problem der Aussiedlung der Menschheit zu lösen, da alle Materialien und Versorgungsgüter von der Erde beschafft werden müssen. So ist es kaum verwunderlich, daß man nie wieder etwas von den Plänen dieser »Weltraumstädte« gehört hat.

## Renaissance einer Idee

Die Geschichte der Raumfahrt ist wie die keines anderen Gebietes menschlicher Tätigkeit durch die produktive Rolle von Utopie und Phantastik gekennzeichnet. Nahezu alle heutigen Realitäten der Raumfahrt waren dereinst verlachte und technisch wenig oder gar nicht fundierte Visionen. Stets aber schloß sich dieser Phase der Entwick-



*Gerard K. O'Neill*

lung die Ausarbeitung konkreterer Projekte an, die auf naturwissenschaftlichen Gesetzen, technologischen Prinzipien und technischen Möglichkeiten fußen. Auch die Idee der Aussiedlung läßt solche Entwicklungsphasen erkennen. Unterstellt man ihre dereinstige Realisierung – wir werden darauf später noch ausführlich zu sprechen kommen –, so kann man sagen, daß gegenwärtig eine Wende vom Phantastisch-Allgemeinen zur konkreteren Betrachtung eingetreten ist. Zugleich erlebte die Idee der Aussiedlung eine Renaissance mit merklichem Echo seitens der Öffentlichkeit. Diese Wende hat vor allem Gerard K. O'Neill (geb. 1927) herbeigeführt, Physikprofessor an der Princeton-Universität (USA). Sein Hauptarbeitsgebiet ist die Hochenergie-Physik der Elementarteilchen. Mit Fragen der Besiedlung des Weltalls beschäftigt sich O'Neill seit dem Jahre 1969 – zunächst in seinen Mußestunden. Inzwischen allerdings hat sich diese Tätigkeit ausgeweitet und ist immer mehr zum zentralen Thema der Arbeit des Forschers geworden. Es ist aufschlußreich und bezeichnend zugleich, wie O'Neill auf die Idee gekommen

ist, sich mit Aussiedlungsproblemen zu befassen. Er schreibt hierzu: »In den späten sechziger Jahren hatte weite Kreise der Öffentlichkeit (in den kapitalistischen Ländern, D. B. H.) eine tiefe Skepsis gegenüber den Wissenschaften erfaßt. Das schlug sich in massiven Kürzungen der Forschungsbudgets nieder.« Als O'Neill nun ausgerechnet in dieser Situation mit der Aufgabe betraut wurde, den größten Physikkurs des Anfangssemesters an der Universität zu leiten, lag es für ihn nahe, »sich mit der Stellung des Naturwissenschaftlers und des Ingenieurs innerhalb der Gesellschaft der nächsten Jahrzehnte zu befassen. Die Tage blinden Vertrauens in Wissenschaft und Fortschritt waren offensichtlich vorbei ... (deshalb) war es wichtig, relevante Probleme der Umwelt, der Verbesserung menschlicher Lebensbedingungen und der Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft zu untersuchen.« So kam es zur Wiedergeburt der Idee einer möglichen Besiedlung des Weltalls. Daß es sich dabei in Wirklichkeit um eine »Renaissance« handelte, bemerkte O'Neill selbst erst später, als er sich intensiver mit der bereits zu dieser Problematik vorhandenen Literatur beschäftigte. Obwohl die ganze Sache damals mehr oder weniger den Charakter seminaristischer Übungen und Debatten trug, kam doch von verschiedenen Seiten der Vorschlag, die Idee öffentlich zur Diskussion zu stellen. Dies war leichter gesagt als getan, denn die von O'Neill eingereichten Manuskripte stießen auf Ablehnung, wenn auch diese oft nur wenig überzeugend begründet wurde. So schrieb z. B. einer der Gutachter: »Niemand sonst stellt solche Überlegungen an, darum müssen sie falsch sein.«

Erst im Jahre 1974 gelang es O'Neill, einen ersten Artikel über Weltraumkolonisierung in der bekannten Zeitschrift »Physics today« unterzubringen. Inzwischen hatte O'Neill mit zwei Freunden eine kleine Konferenz zu dieser Thematik auf die Beine gebracht, und nachdem die »New York Times« darüber auf ihrer Titelseite berichtet hatte, wuchs das Interesse daran. Es führte schließlich zu weltweiter Aufmerksamkeit für die Vorstellungen O'Neills. Der Urheber dieser Ideen konnte es sich nun leisten, seine Projekte immer detaillierter zu entwickeln, in zahlreichen

Artikeln, Broschüren, Vorträgen und sogar in einem recht umfanglichen Buch zu publizieren. Bald wurde klar, daß die zunehmende Neigung vieler Leute, sich mit O'Neills Projekten anzufreunden, ihre Wurzel tatsächlich in einem tiefen, gesellschaftlich verursachten Pessimismus hat, aus dem die Projekte des Physikers scheinbar einen Ausweg wiesen. Aufgrund der zahlreichen Briefe, die O'Neill von seinen Lesern erhielt, und im Ergebnis unzähliger Aussprachen nach seinen Vorträgen vermutet O'Neill – wohl nicht zu Unrecht –, daß unter den Menschen (der kapitalistischen Länder und besonders der USA) »ein Gefühl zunehmender Beschränkung, ein Gefühl sich verengender Horizonte und schwindender Möglichkeiten Platz gegriffen« habe. Angesichts der Idee der Erschließung des Weltalls verspürten viele dieser Menschen »eine Art Erleichterung und Befreiung, vielleicht eine Ahnung, daß es eine Zukunft mit weiten Horizonten, mit neuen Freiheiten und Reizen geben könnte«. Auch hätten die USA-Bürger wenig Verständnis dafür, daß ihre Steuergelder dazu dienen sollten, »damit irgendsoein Kerl auf dem Mond Golf spielt«, was natürlich als Kritik am Apollo-Programm zu verstehen ist. Die persönliche Teilnahme am »Abenteuer Weltraum«, »aufregender als selbst die großen Entdeckungen der Vergangenheit«, kann zumindest teilweise das erhebliche Interesse vieler Menschen an der Erschließung des Weltraums erklären. Auf diese Weise versucht O'Neill schließlich auch, sein Projekt breiten Kreisen erstrebenswert erscheinen zu lassen. Sein Buch »Unsere Zukunft im Raum«, in dem er die verschiedenen, früher verstreut publizierten Ideen zusammengefaßt hat, beginnt daher programmatisch mit einer ziemlich düsteren Darstellung der menschlichen Zukunft auf der Erde. »Für mich gehört die Verwirklichung der uralten Träume von einem besseren Leben, vom Wandel, von größerer Freiheit zu den brennendsten Aufgaben. Für eine erdgebundene Menschheit werden aber viele dieser Träume ewig unerfüllt bleiben«, meint der Projektemacher. Bei der Ausarbeitung seiner Pläne – so versichert er – habe er sich von humanitären Überlegungen leiten lassen und sich auf die Möglichkeiten beschränkt, »die die Freiheit der menschlichen Lebensgestaltung fördern und Zwänge und Repressionen aus-

schalten«. Wie wir noch sehen werden, hat O'Neill diese Möglichkeit bei weitem nicht ausgeschöpft, denn er sucht sie mit seinen Projekten dort, wo sie gewiß nicht zu finden sind.

## Verzicht auf technische Utopien

Es wäre ein leichtes, im Vertrauen auf noch kommende Entdeckungen und Erfindungen über das Besiedlungsprojekt zu fabulieren. So jedoch geht O'Neill nicht vor. Vielmehr basieren seine Überlegungen auf den heute bekannten Naturgesetzen und weitgehend auch auf der heute prinzipiell beherrschbaren Technologie der Raumfahrt, was natürlich nicht bedeutet, daß die Verwirklichung des Projekts von den Startrampen der heutigen Kosmodrome aus möglich wäre.

Immense Entwicklungsarbeit ist noch zu leisten, bis die ersten Habitate, wie O'Neill seine kosmischen Wohnstätten nennt, am Himmel schweben. Aber – und dies bezeichnet er als entschieden – für diese Arbeiten existieren bereits alle wesentlichen Voraussetzungen, und sogar die Kostenvoranschläge demonstrieren angeblich, wie realistisch diese Vorschläge seien.

Die Kombination der heutigen Raketentechnologie mit grundlegenden, z. T. sogar schon älteren Ideen der Physik liefert vier Hauptaspekte, nach denen das Projekt der Errichtung von Habitaten verwirklicht werden soll:

Die überwiegend meisten erforderlichen Arbeitsgänge zum Aufbau der Habitate spielen sich im Weltraum statt auf der Oberfläche irgendeines Himmelskörpers ab.

Als Materialbasis für die ersten Anlagen dient nur zu einem unwesentlichen Teil unsere Erde mit ihren ohnehin verknappten Rohstoffen, zum überwiegenden Teil der Mond.

Es werden nur bereits heute bekannte und erprobte Materialien unter Verwendung von jetzt oder in naher Zukunft vorhandenen Raumfahrzeugen benutzt.

Die vorhandenen Anlagen werden sich selbst reproduzieren, so daß deren Anzahl, bezogen auf die Zeiteinheit, in geometrischer Progression wächst.

## Die kleine Station in L 5

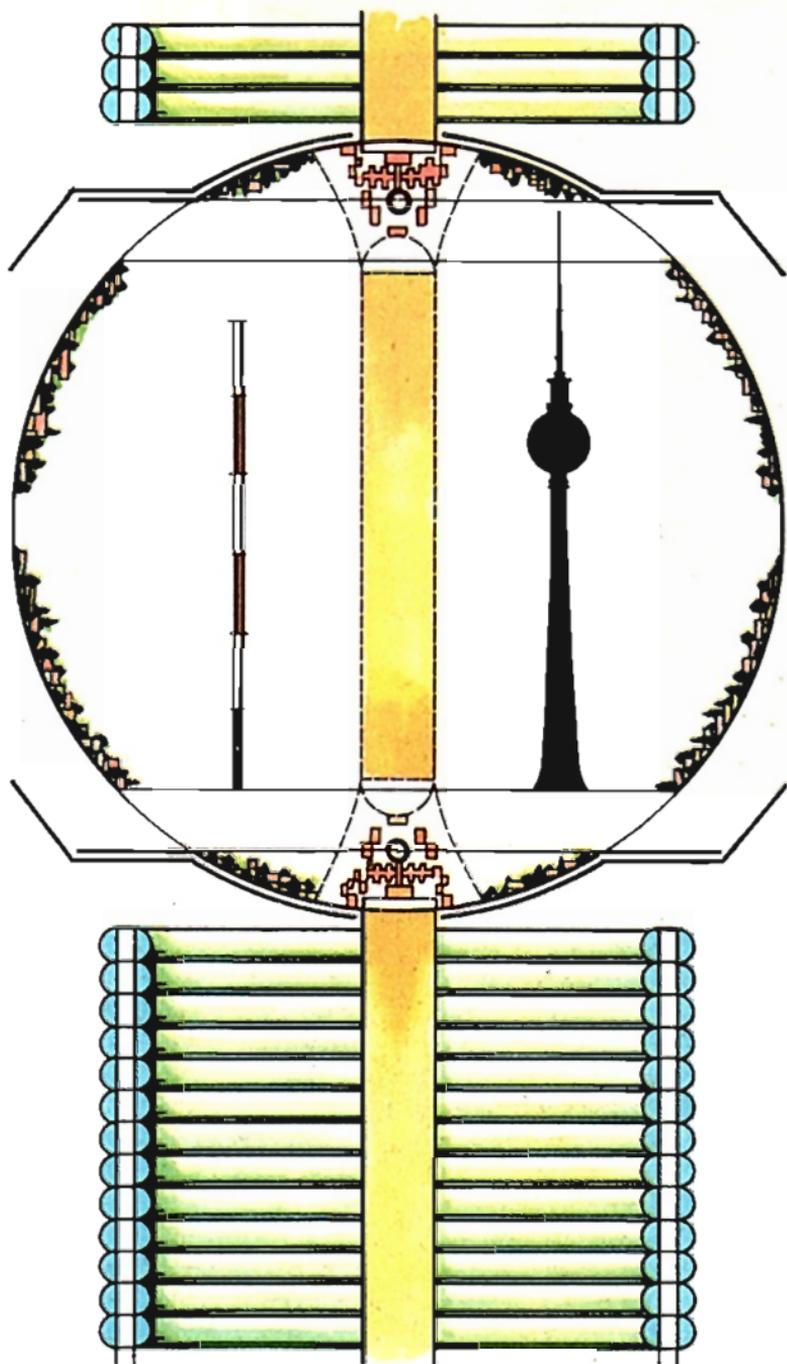
Das gesamte Ansiedlungsprojekt<sup>1</sup> soll nach O'Neills Plänen seinen Ausgang von einer kleinen Station nehmen, die er »Insel Eins« nennt. Die Insel soll eine optimale Anzahl von spezialisierten Einwohnern aufweisen, da ihr eine äußerst wichtige und recht präzise formulierte Aufgabe zukommt: Sie muß eine außerirdische Industrie installieren, deren Wachstum in einem solchen Tempo erfolgt, daß kein nennenswerter Nachschub an Material von der Erde erforderlich ist. Man nimmt an, daß dazu etwa 10 000 Personen nötig sein werden. Auch wenn man anfangs auf besonderen Komfort für diese »Pioniere« verzichten wird, kann man doch davon ausgehen, daß letztlich je Person etwa 45 Quadratmeter Fläche erforderlich sind. Eine mögliche Form für ein solches Habitat könnte die Kugel sein. Sie müßte dann etwa 1,6 km Durchmesser aufweisen. Bei einer Rotationsfrequenz von zwei Umdrehungen je Minute könnten in Äquatornähe irdische Schwerebedingungen herrschen.

Die Möglichkeit des Aufenthaltes in Zonen mit irdischen Schwerkraftbedingungen, die in den heute verwendeten Raumstationen, etwa vom Salut-Typ, zwangsläufig noch fehlt, ist erforderlich, weil bei längerem Aufenthalt in der Schwerelosigkeit Kalziumverlust in den Knochen der Stationsbesatzung eintritt.

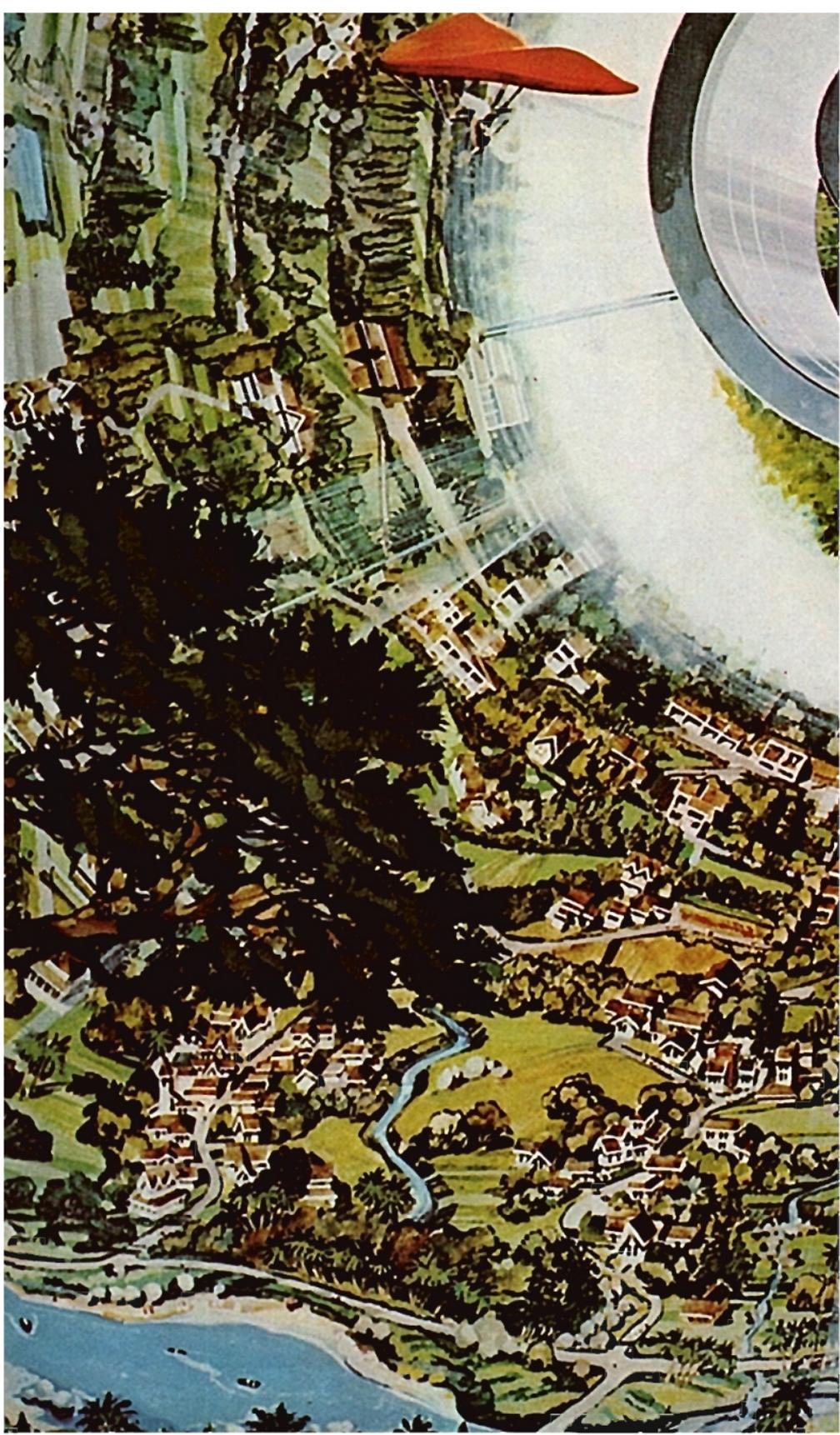
Bringt man die Fenster etwa 15 bis 30 Grad von der Achse entfernt an, so erhält man im Innern der rotierenden Kugel einen konstanten Sonnenstand, der etwa dem am Erdäquator in den Vormittagsstunden um die Zeit der Sommersonnenwende entspricht. Wegen der – gemessen am Volumen der Station – minimalen Oberfläche (Kugel!) kann der Aufwand für den Strahlenschutz relativ gering gehalten werden. Als Material kommt für die entsprechenden Schutzschilde unverarbeitetes Mondgestein in Frage; auch Industrieabfälle erfüllen den geforderten Zweck.

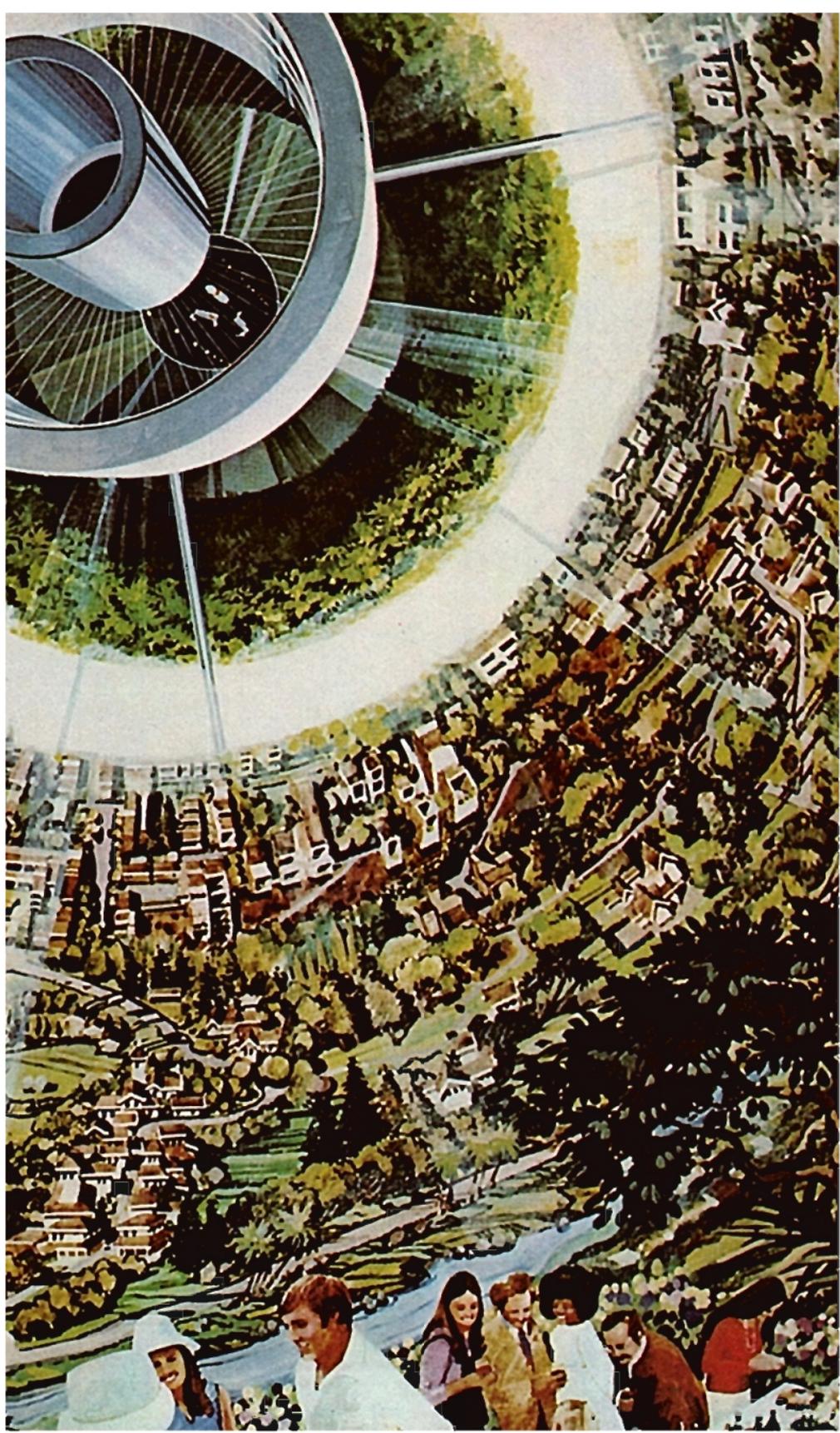
Das Strahlenschutzmaterial könnte in zwei kugelförmige Schalen gefüllt werden, die die Station in geringem Ab-

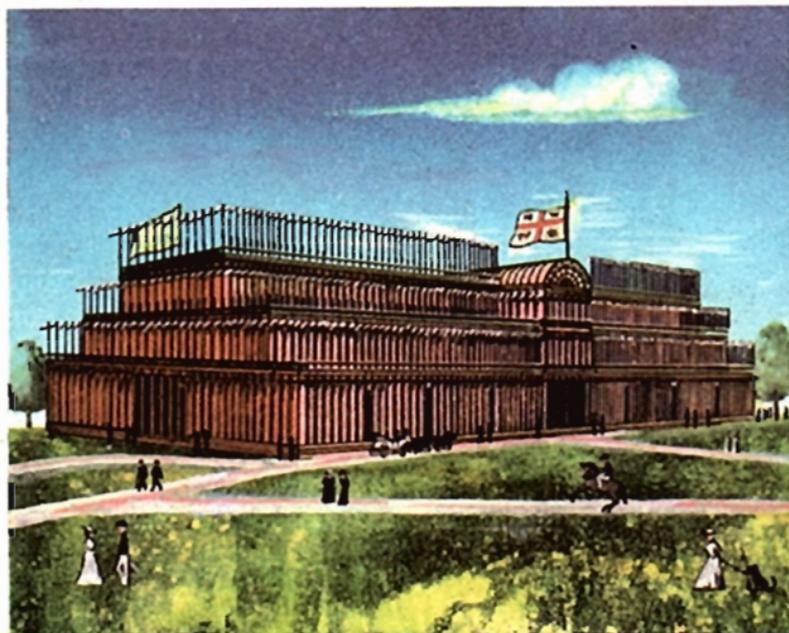
<sup>1</sup> Alle nachfolgenden Argumente basieren auf Veröffentlichungen von O'Neill, die hier zunächst lediglich referiert werden.



*Größenvergleich der »Insel Eins« mit dem Berliner Fernsehturm  
 Abb. auf S. 56/57: Auf »Insel Eins« einer Weltraumstadt O'Neills*







*Kristallpalast der Weltausstellung London*

stand umschließen. Selbstverständlich sind die Sonneneinstrahlung und die Ableitung der einströmenden Wärme zu garantieren.

Teilt man das Habitat in drei Dörfer, die drei »Zeitzone« von je acht Stunden Ortszeitdifferenz voneinander entfernt liegen, so kann die Produktion in drei einander ablösenden Tagschichten abgewickelt werden. Man gewährleistet auf diese Weise die volle Auslastung aller Produktionseinrichtungen ohne Nachtschichten.

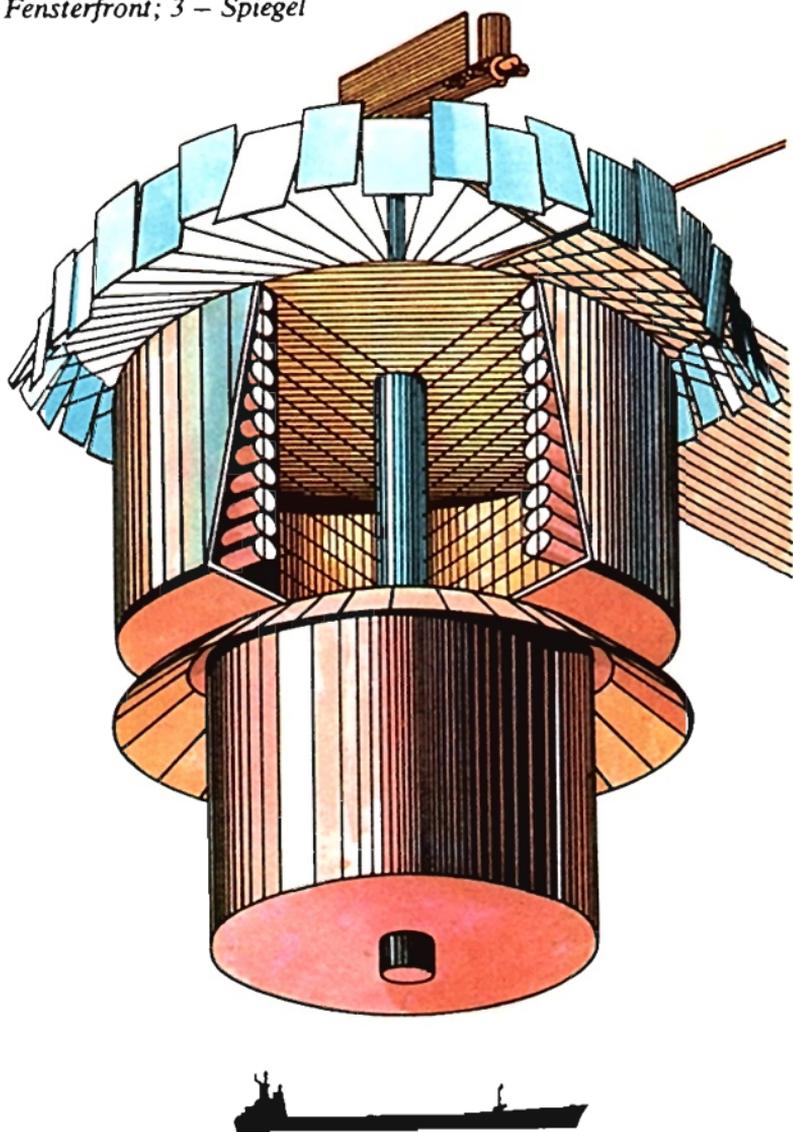
Das Ganze könnte an jenen Kristallpalast erinnern, der anlässlich der Weltausstellung 1851 von britischen Spezialisten entworfen worden war, und der dann zum Wahrzeichen der Exposition avancierte: hell und luftig, einem großen Gewächshaus vergleichbar, bestehend aus eisengerahmten Glasscheiben. Dieser Palast wurde damals von relativ wenigen Spezialisten binnen einiger Monate aufgestellt und enthielt in seinem Innern Ausstellungsflächen mit Bäumen, Straßen und Rasen.

Für die Masse von »Insel Eins« muß man etwa 100 000 Tonnen veranschlagen, etwa soviel wie ein großer

Ozeandampfer wiegt. Allerdings kommt durch Boden, Gebäude und Atmosphäre sowie durch die erforderlichen landwirtschaftlichen Maschinen noch weitaus mehr Masse in der Größenordnung einiger hunderttausend Tonnen hinzu. Allein der Strahlenschutzschild erfordert etwa 3 Millionen Tonnen Masse.

Diese Zahlen klingen zunächst utopisch. Man fragt sich,

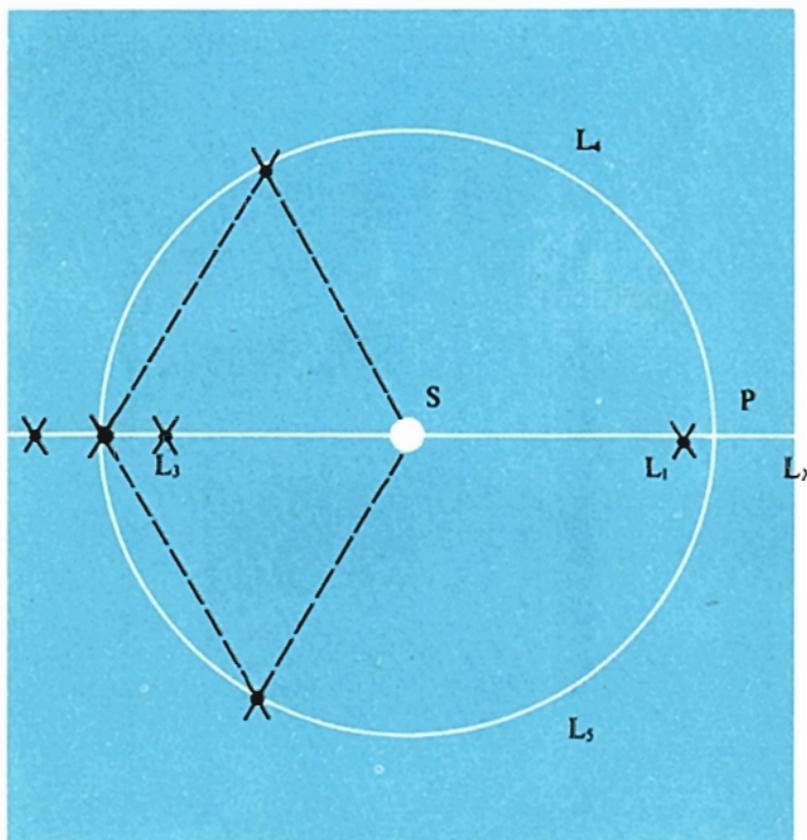
*Kristallpalast O'Neills im Weltall. 1 – Anfangsunterkünfte; 2 – Fensterfront; 3 – Spiegel*



welche Kosten für die Errichtung dieser ersten Arbeitsstation wohl anfallen mögen. Zur Beantwortung dieser Frage gilt es zu überlegen, wo sich die Arbeitsstation befinden soll und auf welche Weise sie mit Material versorgt wird. Diesbezügliche Studien führten zu dem Ergebnis, daß ein geeigneter Standort in der Nähe des sogenannten L-5-Punktes der Mondumlaufbahn liegen könnte. Was hat es mit diesem Punkt L5 auf sich?

Joseph Louis Lagrange (1736–1813), der berühmte französische Mathematiker, bewies in einer 1772 erschienenen Arbeit, daß man das Problem der Bewegung dreier Massen unter dem alleinigen Einfluß ihrer Schwerkraft in einem speziellen Fall streng lösen kann. Dazu muß sich einer der drei Körper in einem der insgesamt fünf so-

*Lage der Lagrange-Punkte (Zweikörperproblem). S – Sonne; P – Planet*





*Joseph Louis Lagrange*

genannten Librationspunkte (L-Punkte) der beiden anderen Massen befinden. Drei Librationspunkte zweier Massen liegen auf deren Verbindungslinie, wobei ihre Lage vom Verhältnis der beiden Massen abhängt. Die beiden anderen Librationspunkte L4 und L5 bilden zusammen mit den beiden Massen gleichseitige Dreiecke.

Bekanntlich ist dieser Spezialfall des Dreikörperproblems in unserem Planetensystem beim System Sonne-Jupiter tatsächlich realisiert. In den Punkten L4 und L5 des Sonne-Jupiter-Systems laufen nämlich die »Trojaner« um, eine Gruppe von kleinen Planeten, deren eine dem Jupiter auf seiner Bahn um 60 Grad vorausläuft, während die andere ihm in 60 Grad Abstand nachfolgt.

Die raumstabilen Lagrange-Punkte im Erde-Mond-System sind allerdings komplizierter zu finden, da wegen der geringen Masse des Mondes noch die Sonnenmasse berücksichtigt werden muß, so daß wir es mit einem Vierkörperproblem zu tun haben. Bei einer Untersuchung dieses Problems fand A. A. Kamel (1970), daß die Punkte L4 und L5 im Erde-Mond-System recht ausgedehnte

Regionen darstellen, die die »klassischen« Punkte L4 und L5 auf weiten Bahnen in jeweils 89 Tagen umkreisen. Wenn daher von L5 im Zusammenhang mit dem Erd-Mond-System und der Lage der »Insel Eins« gesprochen wird, so meint man meist »irgendeine Umlaufbahn außerhalb der irdischen Strahlungsgürtel, die jedoch von der Erde nicht weiter entfernt ist als der Mond«.

## Das »süße Inselleben« und die Kosten

O'Neill stellt sich die Situation »an Bord« der »Insel Eins« recht lukrativ vor: Nachdem erst einmal der gespeicherte Flüssigsauerstoff in Habitat und Ackerbauzylinder eingeströmt ist, können die ersten Bauarbeiter in luxuriös ausgestattete Einfamilienhäuser einziehen. Zuvor ist die Station in Rotation versetzt worden. Hierzu reicht ein Elektromotor von der Leistung eines Automotors aus. Allerdings wird die gewohnte Erdbeschleunigung am Äquator erst nach einigen Monaten erreicht. Die Wohnfläche für eine fünfköpfige Familie könnte etwa 230 Quadratmeter betragen; ein rund 50 Quadratmeter großer Garten gehört dazu. Bei terrassenförmiger Anlage der Häuser ist nur ein kleiner Teil der Kugelinnenfläche für die Wohnstätten erforderlich. Der weitaus größere Teil kann allgemeine Nutzfläche werden, etwa parkartige Grünanlagen oder Gewässer zum Schwimmen und Bootfahren. Mondsand säumt großzügig angelegte Schwimmbäder. Der Transport von Personen und Gütern verläuft durch zylindrische Kanäle längs der Rotationsachse. Da dort keinerlei Kräfte wirken, ist diese »gravitationsfreie Zone« für die Lösung von Transportaufgaben sehr geeignet. Durch diese Kanäle gelangt man auch zu den außerhalb der Station gelegenen Industrieanlagen. Zugleich kann die überflüssige Wärme durch rotationsachsenparallele Kanäle nach außen befördert werden, wo sich Radiatoren zur weiteren Ableitung der Wärme befinden.

Die Bevölkerungsdichte liegt bereits auf diesem ersten Habitat weitaus niedriger als in den meisten irdischen Städten der Gegenwart.

Für die weiteren Fortschritte des Besiedlungsprojekts ist die Produktivität der »Insel Eins« entscheidend. Ihrer Kalkulation wurde deshalb erhebliche Aufmerksamkeit gewidmet. Allein die Tatsache, daß man vornehmlich Güter produzieren wird, die im Habitat selbst oder in dessen unmittelbarer Nähe benötigt werden, macht die Produktion sehr effektiv. Die Herstellung der gleichen Güter auf der Erde würde einerseits irdische Rohstoffe und Energie beanspruchen. Der noch wesentlichere Nachteil bestünde aber in der Notwendigkeit, diese Erzeugnisse unter großem Aufwand nach L 5 zu befördern. Ein einziger Arbeiter, der in L 5 eine Normleistung von etwa 20 Tonnen pro Jahr erwirtschaftet, erbrächte dank der entfallenden Transportkosten einen Gewinn von mehreren Millionen Dollar pro Jahr. Binnen weniger Jahre wären die gesamten Investitionskosten der »Insel Eins« getilgt. Die Weltraumerzeugnisse könnten vor allem dazu dienen, weitere Inseln von der Art der ersten zu bauen.

Stellt man nun Überlegungen zu den Kosten für die Errichtung einer solchen Station in L 5 an, so zeigen allerdings die Erfahrungen des Apollo-Programms, daß die Heranschaffung des gesamten Materials mit herkömmlichen Methoden von der Erde aus das Vorhaben ernsthaft gefährden würde. Jedes Kilogramm transportiertes Material würde etwa 100 000 Dollar verschlingen. Selbst wenn es durch Entwicklung neuartiger Transportsysteme gelingen sollte, diese Kosten um Größenordnungen zu senken, bliebe das Projekt kaum ausführbar. Dies gilt erst recht für die mehrfache Reproduktion der »Insel Eins« oder den Aufbau weiterer größerer Inseln.

## Schlösser, die im Monde liegen

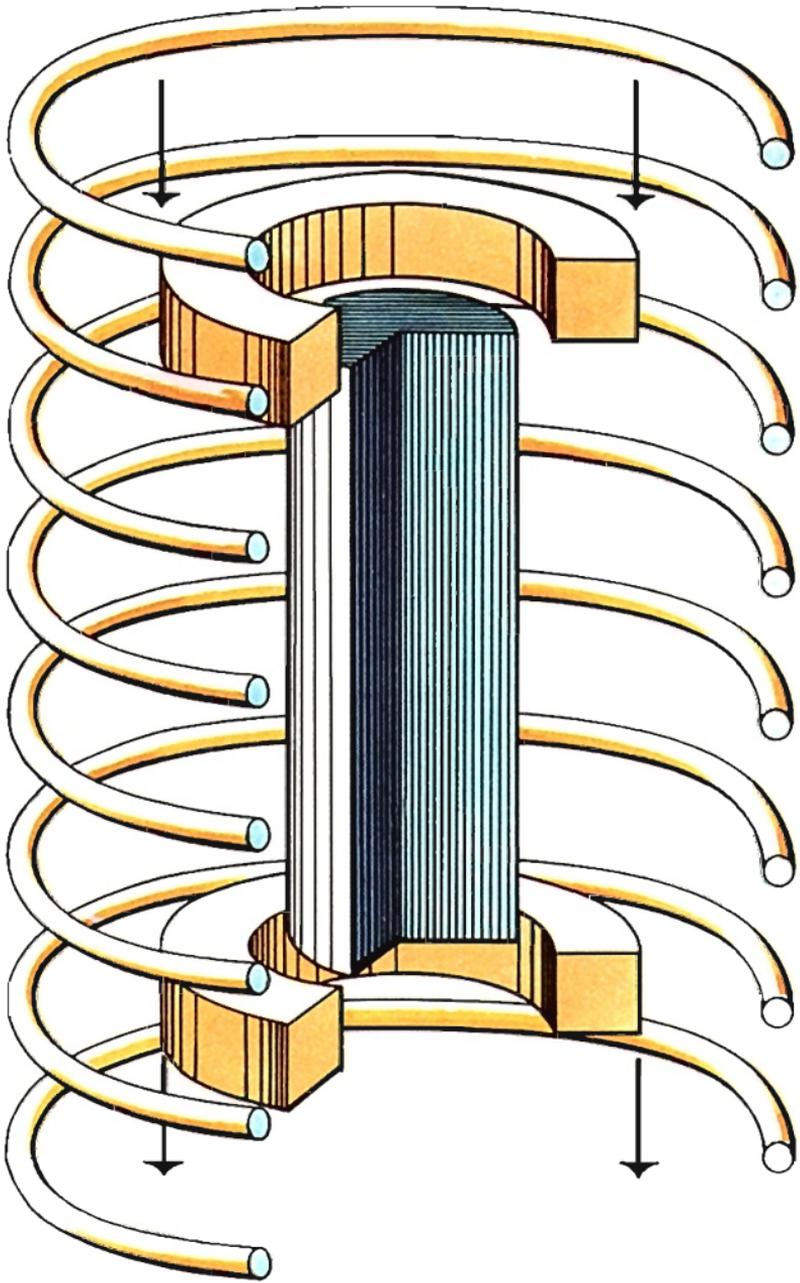
Hieraus folgt zwangsläufig, daß man bereits für den Bau der ersten Insel einen erheblichen Teil des Baumaterials vom Mond heranschaffen muß. Somit ist schon zu Beginn des gesamten Projekts die Errichtung einer entsprechend leistungsfähigen Station auf dem Mond erforderlich, die mit den notwendigen Produktionsanlagen verbunden ist.

Auf einer Tagung über Weltraum-Produktionsanlagen

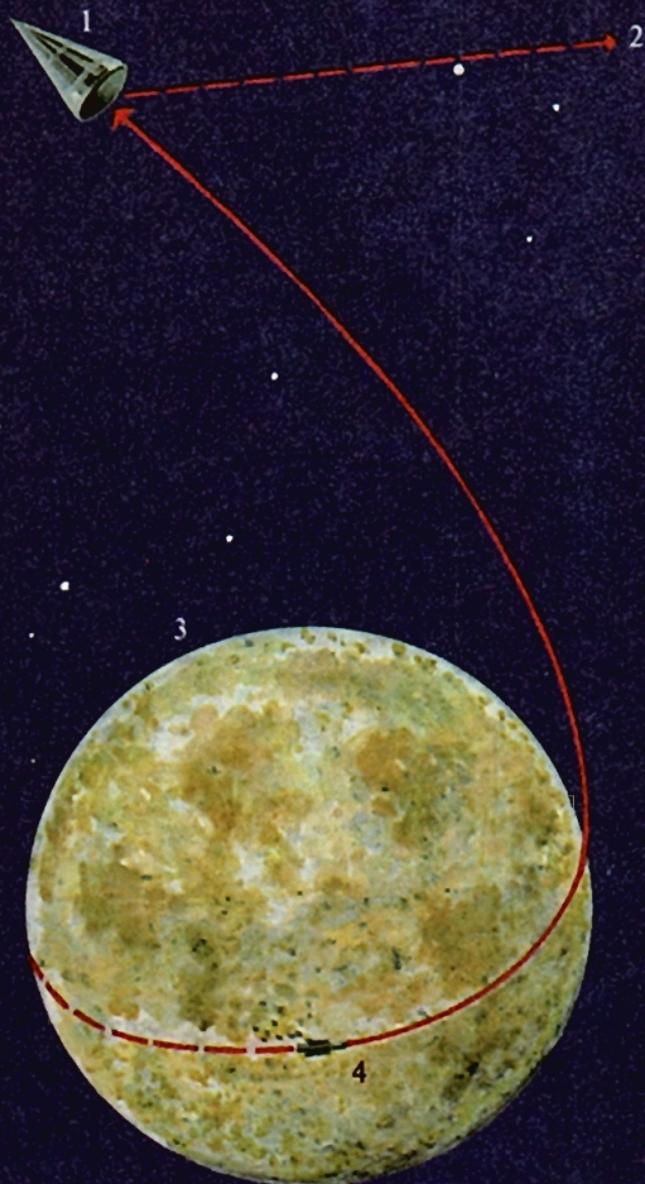
im Mai 1975 in Princeton (USA) wurden auch Transportprobleme diskutiert. Als Transportmittel wurde ein »Shuttle-Derived Heavy-Lift Vehicel« (HLV), ein vom Space Shuttle abgeleitetes Schwertransportraumschiff, vorgeschlagen. Mit ihm soll es möglich sein, etwa 100 Tonnen Masse in eine erdnahe Umlaufbahn zu bringen. Die Experten errechneten, daß der Transport einer Tonne Materials zur Mondoberfläche etwa doppelt so teuer ausfällt wie der Transport zu L 5. Diesen Berechnungen liegt die Verwendung eines Schleppers (Tug) zugrunde, der von einem HLV in eine niedrigere Umlaufbahn gebracht werden kann. Dabei handelt es sich im Grunde lediglich um ein chemisch angetriebenes, mit Steuerungssystem ausgerüstetes Triebwerk. Außerdem ist noch eine Mondlandeeinheit erforderlich, ein dem Tug verwandtes Raumfahrzeug. Somit werden weitgehend relativ kurzfristig entwickelbare, auf der heutigen Raumflugtechnik basierende technische Hilfsmittel zur Lösung des Transportproblems verwendet.

Starke Kostensenkungen durch Verminderung der Anzahl erforderlicher Starts von der Erde aus kann man erreichen, wenn man bei L 5 flüssigen Sauerstoff für die Triebwerke zur Verfügung hätte. Die Tatsache, daß Mondmaterial zu über 40% aus Sauerstoff besteht, legt den Gedanken nahe, in L 5 eine Produktionsanlage zu errichten, die Sauerstoff aus Mondmaterial produziert. Diesbezügliche Ideen äußerten bereits der Amerikaner Robert Goddard Ende der zwanziger Jahre und einige Jahre später der Brite Arthur C. Clarke.

Um möglichst wirtschaftlich zu produzieren, müssen nun die dadurch erreichbaren Einsparungen zu den entsprechenden Kosten ins Verhältnis gesetzt werden. Dabei ergibt sich, daß man innerhalb weniger Jahre mehrere Millionen Tonnen Mondmaterial verarbeiten müßte. Wirtschaftlich bleibt diese Sauerstoffproduktion aber nur dann, wenn die dazu auf dem Mond selbst erforderlichen Anlagen höchstens einige tausend Tonnen Masse besitzen. Unter Verwendung von Raketen ist eine solche Leistung nicht zu erbringen. Denn letztlich bedeutet diese Forderung, Transporttechnik einzusetzen, die innerhalb eines relativ kurzen Zeitraumes etwa das Tausendfache ihrer



*Prinzip der Massenschleuder*



Eigenmasse befördern kann. Deshalb ist es erforderlich, ein Transportmittel zu entwickeln, das Transportleistungen vollbringt, ohne den Mond zu verlassen.

Detaillierte Überlegungen zeigen, daß hierzu ein »mass driver«, ein magnetischer Schlitten, geeignet wäre. Dabei handelt es sich um ein magnetisch geführtes Transportmittel von etwa 5 kg Masse, das rund das Doppelte an Mondmaterial aufnimmt. Beschleunigt man einen solchen Schlitten über eine Strecke von 10 km, so können Geschwindigkeiten erreicht werden, die wegen der geringen Masse des Mondes bereits ausreichen, um die Ladung aus dem Schwerefeld des Mondes zu entfernen. Der Schlitten hingegen wird abgebremst und kehrt auf die Mondoberfläche zurück (Katapultabschuß). Dafür sind nicht mehr als etwa 150 Sekunden erforderlich. Bei etwa 60%iger Auslastung können folglich pro Jahr etwa 1 Million Tonnen Mondmaterial zu L5 geschossen werden. Dort sorgen entsprechende Produktionsanlagen dafür, daß aus dem lunaren Material Metall, Glas, Keramik und flüssiger Sauerstoff gewonnen werden. Die gleichzeitig entstehenden Abfallschlacken sind als Strahlenschutzmaterial geeignet.

Neuerdings wurde gezeigt, daß es aus Navigationsgründen günstiger wäre, das Mondmaterial nicht auf direktem Weg zu L5 zu befördern, sondern einen Umweg über L2, 60 000 km hinter dem Mond, zu wählen. Kommt es nämlich bei den Katapultschüssen zu Schwankungen in der Abschußgeschwindigkeit, dann gelangen die Materialpakete trotzdem noch zu L2. Bei direktem Anschuß von L5 wäre dies nicht der Fall. Hier wären aus diesem Grunde raketendüsengestützte Nachsteuerungen erforderlich.

Als geeigneter Abschußort des Materials in Richtung L2 gilt die Gegend nahe der Krater Maskelyne und Censorius. In L2 werden die ankommenden Pakete nach zwei Tagen Flug mit einer Geschwindigkeit von 900 km/h von einem Massenfänger aufgehalten. Dieser hat dann die Aufgabe,

*Materialversorgung von Produktionsstätten im Raum. 1 – Aufangvorrichtung nahe L<sub>2</sub>; 2 – zu den Produktionsstätten; 3 – Mond; 4 – Äquator; 5 – Materialschleuder*

der Masse eine Geschwindigkeit von 1 700 km/h aufzuprägen, damit sie nach L 5 gelangt.

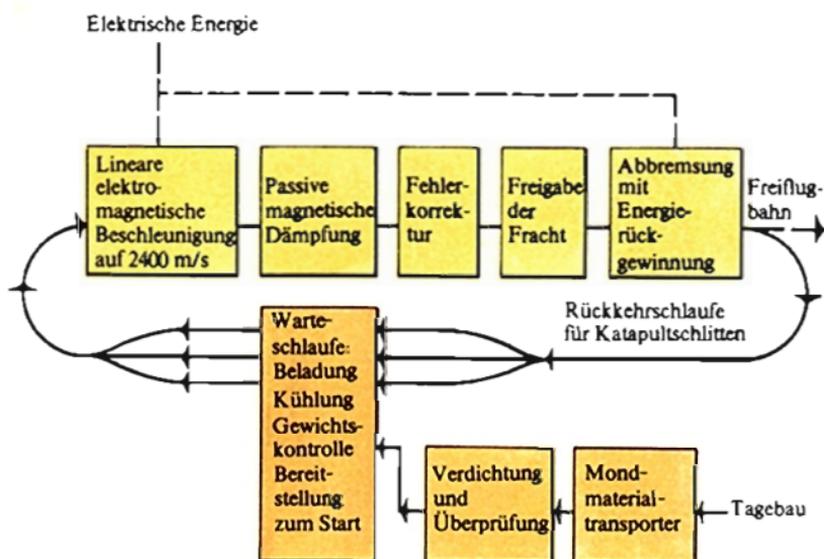
Berechnungen haben gezeigt, daß es für die Stationierung von Kolonien noch eine andere, energetisch günstigere Alternative gibt, die sogenannte 2:1-Resonanzbahn. Dabei handelt es sich um eine fast stabile elliptische Umlaufbahn um die Erde mit einem erdfernten Punkt von 360 000 km und einem erdnächsten Punkt von 160 000 km. Diese Bahn wird in etwa zwei Wochen durchlaufen. Um von L 2 aus Material in diese Bahn zu befördern, ist dem vom Mond eintreffenden Material nur eine Geschwindigkeit von 36 km/h zu erteilen.

Ungeachtet dieser diskutierten Variante werden wir auch weiterhin von den L-5-Kolonien sprechen, entsprechend den O'Neillschen Darlegungen. Das Beispiel zeigt lediglich, daß auch die Frage nach der Lage von Weltraumkolonien mehrere Antworten zuläßt, die bestimmte Vor- und Nachteile aufweisen und zwischen denen gegenwärtig noch keine Entscheidung getroffen werden kann.

Nachdem der Produktionsprozeß auf dem Mond in Gang gekommen ist, wird die Produktion weiterer Transportsysteme zweifellos die erste und wichtigste Aufgabe in L 5 sein.

## Experimente mit der kosmischen Magnetbahn

»Die elektrodynamische Materialschleuder hätte gut und gern schon vor hundert Jahren erfunden werden können, als die Physiker zu verstehen begannen, was ein Magnetfeld ist«, schreibt O'Neill in seinem Bericht über erste experimentelle Studien zu dem von ihm vorgeschlagenen Transportsystem für Mondmaterial zu L 5. In der Tat – die physikalischen Fakten, die zur elektrodynamischen Lancierung von Nutzlasten erforderlich sind, sind schon geraume Zeit bekannt. Neuere physikalische Erkenntnisse machen diese Idee noch attraktiver. So hat z. B. die Entdeckung der Supraleitfähigkeit bestimmter Materialien zur Folge, daß bei extrem niedrigen Temperaturen sehr starke



*Schema eines elektromagnetischen Katapults*

konstante Magnetfelder ohne bedeutenden Energieaufwand in stromdurchflossenen Leitern aufgebaut werden können.

Ein anderes Problem ist natürlich die Steuerung der Objekte, die mittels »Mondkatapult« in den Kosmos geschleudert wurden. Wegen des hohen Reibungswiderstandes bei den erforderlichen Geschwindigkeiten – die Entweichgeschwindigkeit auf dem Mond beträgt immerhin nahezu 9000 km/h – kann wohl nur ein reibungsloser Transport in Frage kommen, wie er schon vor mehreren Jahrzehnten bei der »elektrodynamischen Schwebebahn« konzipiert wurde: Ein Dauermagnet, der rasch über eine Leitschiene geführt wird, erzeugt in dieser so starke Induktionsströme, daß ein dabei entstehendes Magnetfeld den Dauermagneten anhebt, ihn über die Schiene schweben läßt, wenn er entsprechend geführt wird.

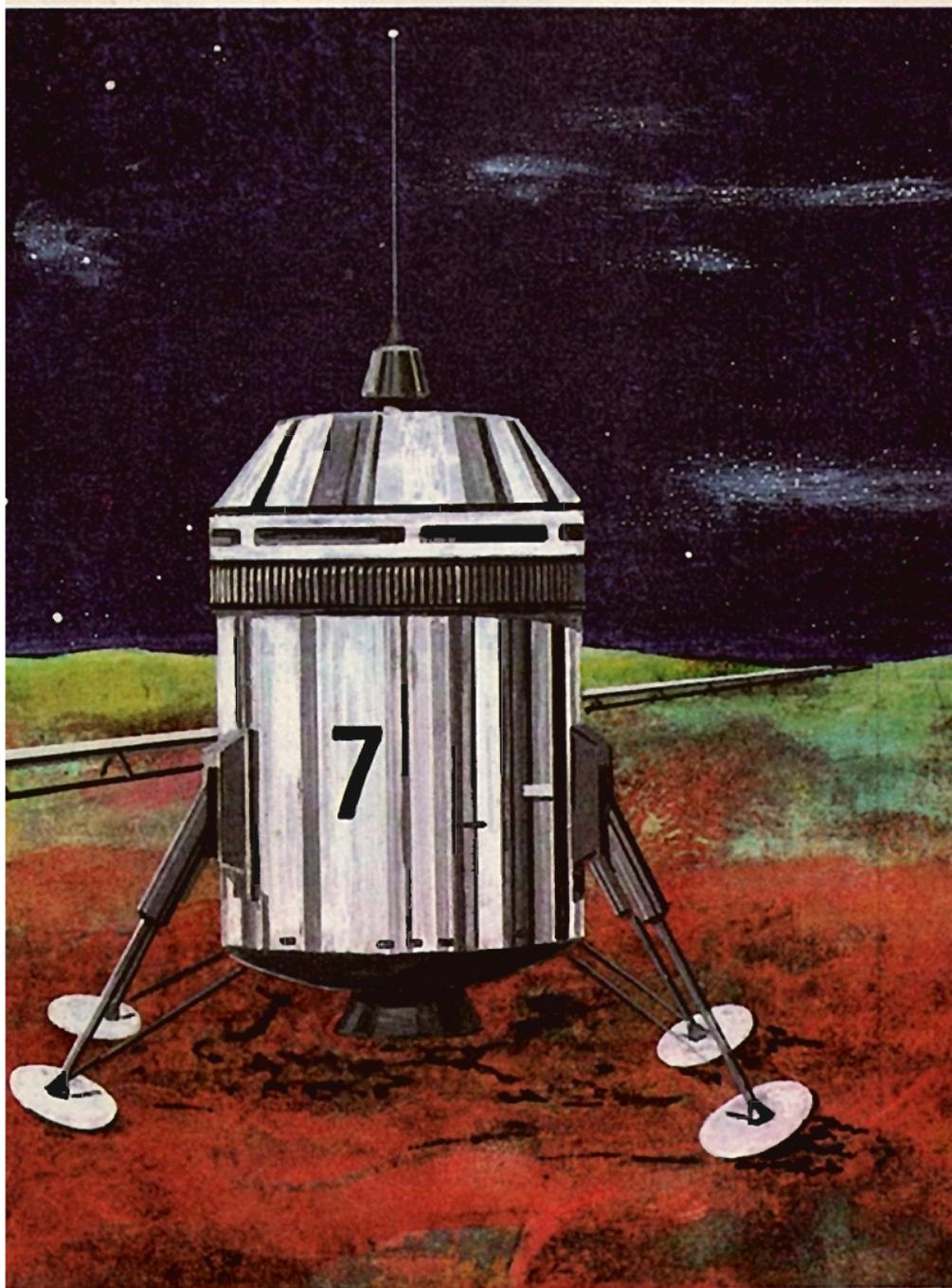
O'Neill wollte wissen, ob das theoretische Konzept seiner Materialschleuder Aussicht auf praktische Realisierbarkeit besitzt. Deshalb konstruierte er gemeinsam mit zwei anderen Kollegen, die früher auf dem Gebiet des Hochgeschwindigkeitsbodentransports tätig gewesen waren, das Arbeitsmodell eines elektrodynamischen Beschleunigers. Die Anordnung hatte nur die Länge von etwa

2 Metern. Mit Hilfe einiger Studenten und unter Verwendung von Material aus Laboratoriumsabfällen kam ein Modell zustande, das erhebliches Aufsehen erregte, denn seine Leistungsfähigkeit war selbst für die unmittelbar daran Beteiligten überraschend hoch. Ein Transportbehälter wurde auf der kleinen Wegstrecke in nur einer Zehntelsekunde von 0 auf 120 km/s beschleunigt. Als daraufhin die NASA eine relativ geringfügige Summe für die Fortsetzung der Forschungen bereitstellte, versuchten sich O'Neill und seine Mitarbeiter an einem Hochleistungsmodell.

Die bisherigen Ergebnisse haben die Projektmacher keineswegs enttäuscht, sondern im Gegenteil in ihren Plänen für den späteren lunaren Bergbau nur bestärkt. Der »Magnetfeldschlitten« dürfte das erste experimentelle Ergebnis bei der Lösung der vielen Transportprobleme sein, die im Rahmen künftiger Weltraumindustrien anfallen werden. Auf dem 30. Kongreß der Internationalen Astronautischen Föderation in München im Jahre 1979 wurden wiederum Details eines möglichen Transports von Rohstoffen aus einem künftigen Mondbergbau vorgetragen. Neben O'Neill entwickelte auch G. Pignolet Projekte für die Ausnutzung der Rohstoffreserven von Asteroiden. An die Astronomen erging die Aufforderung, alle Kleinplaneten mit Durchmessern um 200 m systematisch zu erfassen, da diese am ehesten in erdnahe Umlaufbahnen gebracht werden könnten. Interessanterweise deutete O'Neill auch die Möglichkeit des Transports von Mondmaterial zur Erde an, um der hiesigen Rohstoffverknappung zu begegnen. Hierin kommt offenbar eine Selbstkritik der früheren Zeitpläne für den Bau seiner Habitate zum Ausdruck. Denn offensichtlich wird das Rohstoffproblem auf der Erde schneller akut, als die Aussiedlungspläne realisiert werden könnten.

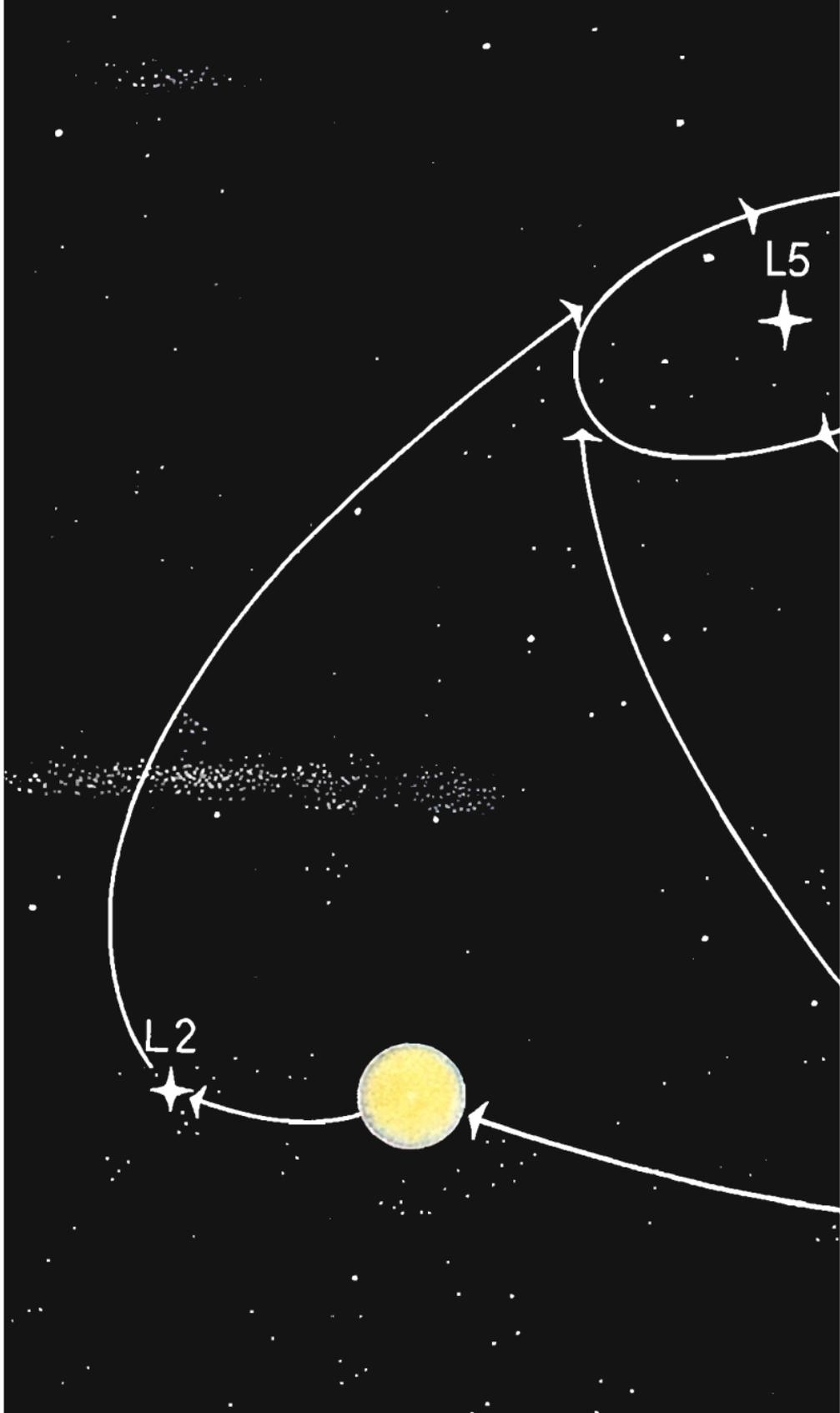
## Billige Energie aus Lagrangia

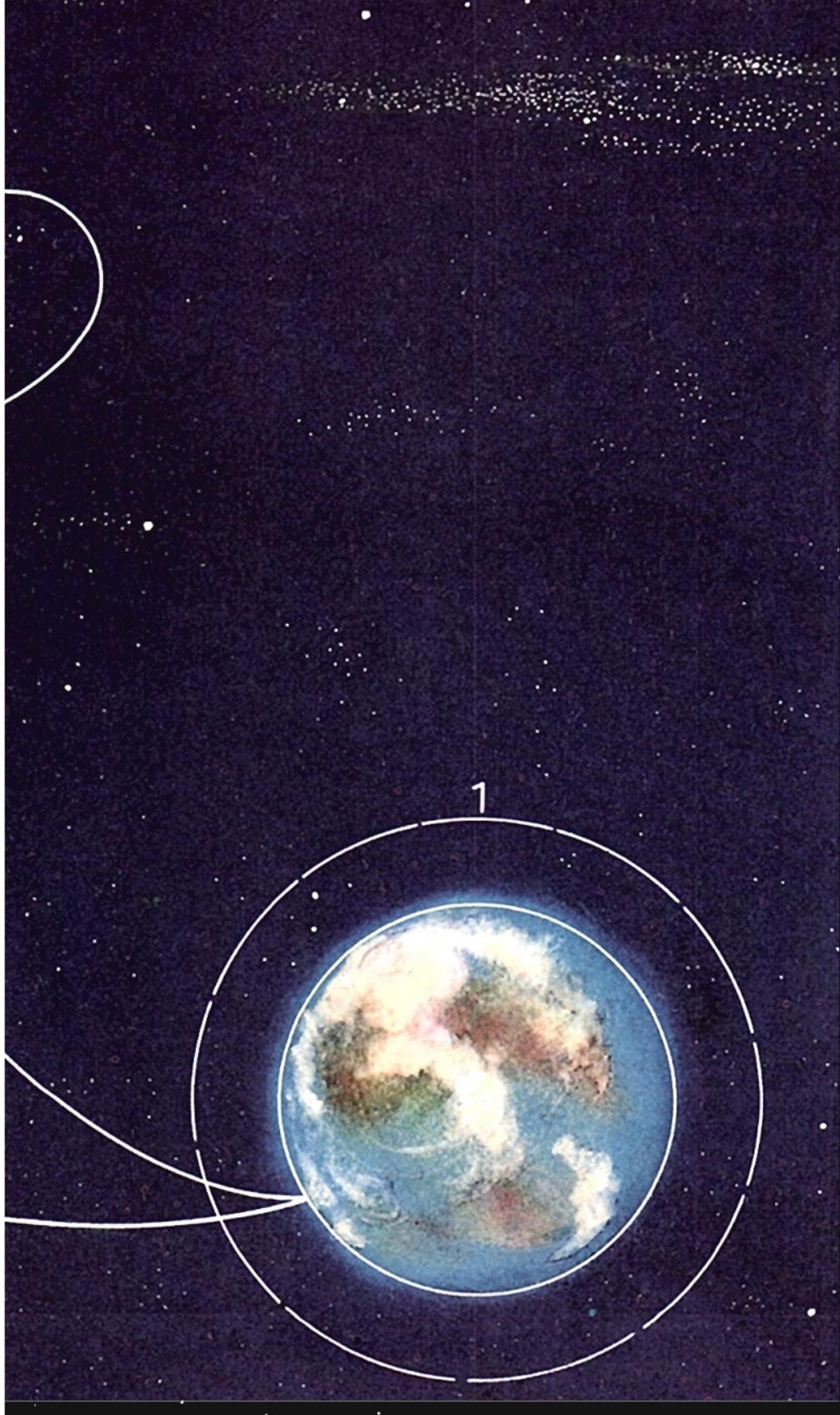
Ein wesentlicher Vorzug der Installation von mehreren »Inseln Eins« besteht nach Meinung des Projektmachers und seiner Mitarbeiter darin, daß von ihnen aus die Erde



*Mondkolonie mit Materialschleuder*

*Abb. auf S. 72/73: Zur Bahnmechanik von  $L_5$  1 – geostationäre Bahn*

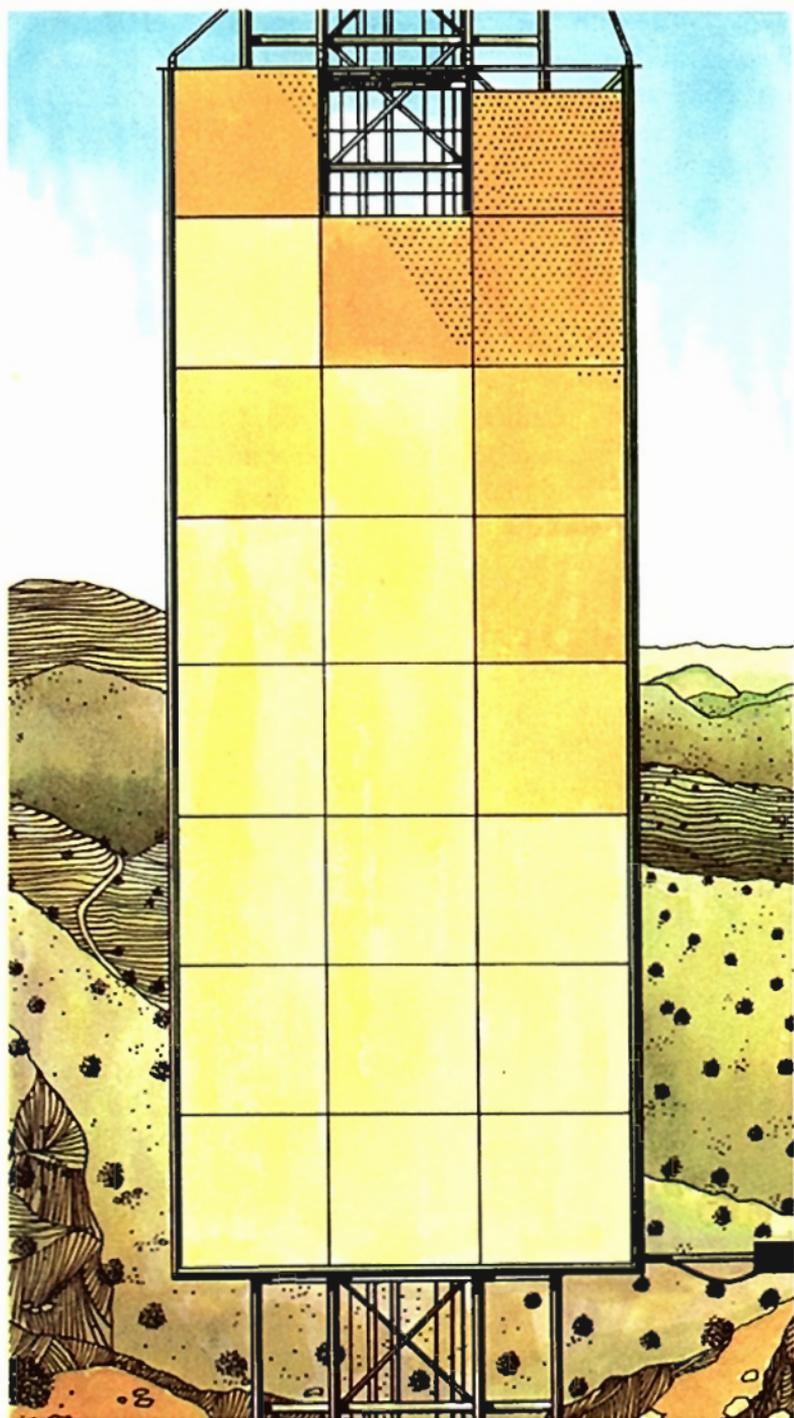




mit relativ billiger und umweltfreundlich gewonnener Energie versorgt werden könnte. Hierzu sollen »Satellite Solar Power Stations« (SSPS) dienen, meist auch Sonnenkraftwerke genannt. Entsprechende Projekte werden tatsächlich, unabhängig von irgendwelchen Aussiedlungsvorhaben, schon seit längerem von Experten verschiedener Länder diskutiert. Bereits in den zwanziger Jahren wies Hermann Oberth (geb. 1894) auf die prinzipielle Möglichkeit der Energieversorgung unserer Erde vom Weltraum aus hin. Die heutigen Entwürfe solcher Energieversorgungssysteme basieren auf der Umwandlung von Sonnenenergie in Mikrowellen, die zur Erde übertragen werden. Hierbei sollen geostationäre Satelliten verwendet werden, die über einem bestimmten Punkt der Erdoberfläche stehen und von dort aus die Mikrowellen einer auf der Erde befindlichen Antenne übermitteln. Die bisherigen experimentellen Untersuchungen zu diesem Problem haben ergeben, daß eine Energieübertragung mit einem vertretbaren Wirkungsgrad auf dieser Basis möglich ist. Die Intensität des Energiestrahls ist knapp halb so groß wie die des Sonnenlichts; der Mikrowellenstrahl trifft auf der Erde mit einem Durchmesser von einigen Kilometern ein, und zwar zu jeder Tages- und Nachtzeit sowie bei jedem Wetter. Die Energie des Strahls kann direkt in Gleichstrom umgewandelt werden.

Kostenabschätzungen ergeben, daß Energie von Sonnenkraftwerken mit der herkömmlich produzierten Energie durchaus konkurrenzfähig ist, selbst wenn man die Installationskosten des Satelliten und die dazu erforderlichen speziellen raumfahrttechnischen Hilfsmittel mit einbezieht. Da die auf der Erde produzierte Energie ständig teurer wird, sinken sogar die relativen Kosten der durch SSPS übertragenen Energie.

Weil der Energiebedarf der gesamten Welt auch bei Beseitigung der gegenwärtig in kapitalistischen Staaten noch anzutreffenden Verschwendung in den kommenden Jahrzehnten unweigerlich ansteigt, müssen für die Installation neuer Energieanlagen ohnehin gewaltige Summen ausgegeben werden. Allein in den USA werden diese Kosten für das letzte Viertel unseres Jahrhunderts auf 800 Milliarden Dollar geschätzt. Demgegenüber stellten



*Empfängerantenne für Mikrowellen*

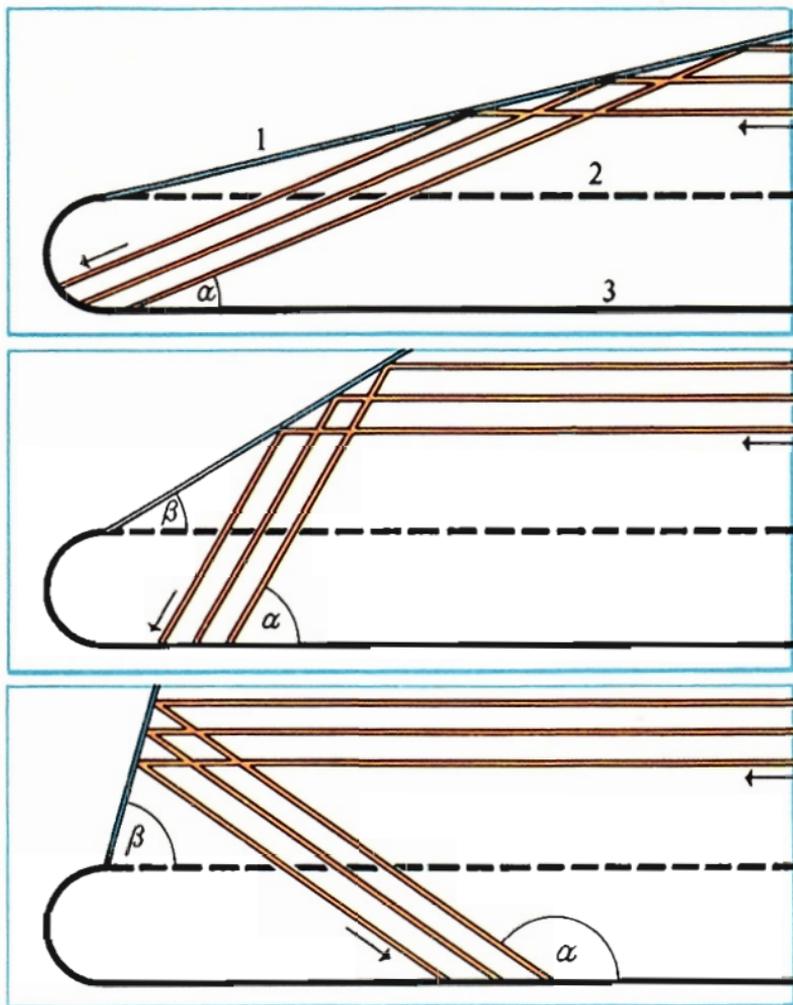
sich Entwicklung, Bau und Inbetriebnahme einer »Insel Eins« weitaus billiger, meint O'Neill. Gelänge es dann, in der Nähe dieser Inseln große Sonnenkraftwerke zu bauen, so könnte die Erde mit relativ preiswerter Energie aus dem Weltraum versorgt werden.

Was bisher als wesentlichstes Gegenargument vorgebracht werden konnte, die enormen Kosten für den Transport des Baumaterials, entfielen ebenfalls, realisierte man die Rauminseln in »Lagrangia« (d.h. bei Lagrange punkt 5). Das Sonnenkraftwerk selbst würde ja dann nach der Errichtung von »Insel Eins« und der dazugehörigen Produktionsanlagen im Weltraum aus Mondmaterial gebaut werden. Von der heutigen Technologie ausgehend, könnte es sich dabei um klassische Turbogeneratoren handeln. Das Sonnenlicht, durch gewaltige Spiegel auf Kollektoren gelenkt, würde Helium aufheizen, das dann Turbinen antriebe. Über einen Wärmeaustauscher gelangte das Helium wieder in die Kollektoren zurück. Wie bei irdischen Kraftwerken üblich, setzten die Turbinen Generatoren in Bewegung. Die Leistung mehrerer solcher Aggregate würde einer Sendeantenne zugeführt werden.

Soll von dort aus einer irdischen Station eine Leistung von 5000 Megawatt übermittelt werden (große irdische Elektrizitätswerke verfügen heute über eine Leistung von etwa 1000 Megawatt), so wäre dazu ein Weltraumkraftwerk mit einer Masse von rund 80000 Tonnen erforderlich.

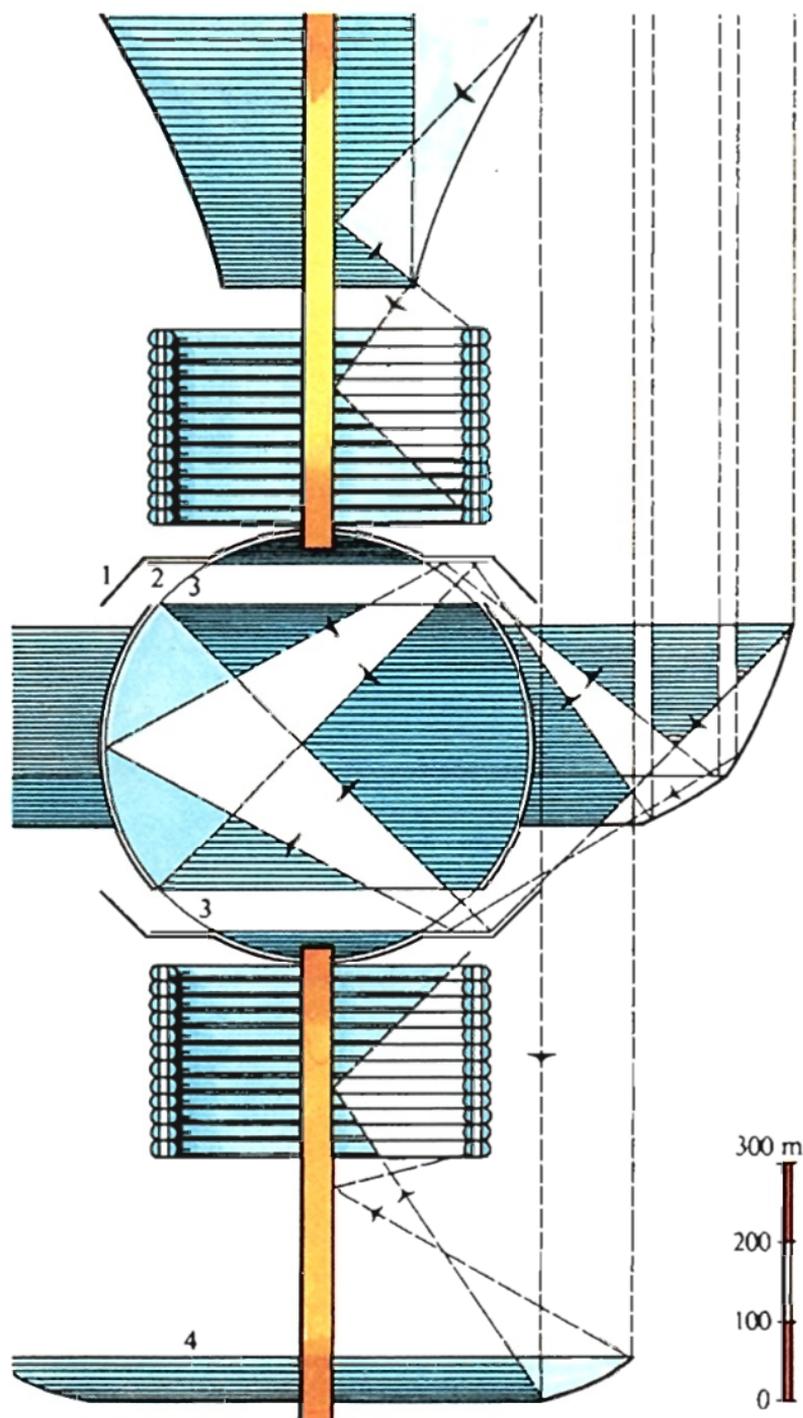
Um das bei »Insel Eins« zusammengebaute Kraftwerk in eine geostationäre Umlaufbahn zu bringen, benötigt man eine Materialschleuder. Die erforderliche Energie für diese Schleuder wird vom Kraftwerk bereitgestellt. Als Rückstoßmaterial kann alles verwendet werden, was bei L 5 ohnehin in reichem Maße vorhanden ist: Gesteinsmehl, flüssiger Sauerstoff und anderes. Die Materialschleuder müßte mehrere Monate in Betrieb sein, um die Transportaufgabe zu lösen. Dann muß sie unter Einsatz eines kleineren Sonnenkraftwerkes wieder nach L 5 zurückbefördert werden.

Verständlicherweise gibt es in diesem Zusammenhang eine Fülle von zu klärenden Fragen, die viel detailliertere Untersuchungen voraussetzen, als sie gegenwärtig vor-



*Sonnenlauf im Spiegel. 1 – Spiegel; 2 – Fenster; 3 – »Land«*

liegen. Zu solchen Fragen gehören: Probleme der Hochspannungsmikrowellenübertragung, Probleme im Zusammenhang mit dem Empfang der Mikrowellen (Schädigung von Teilen der Biosphäre usw.), die Ausarbeitung von Alternativverfahren für SSPS und vieles andere mehr. Möglicherweise wird es auch schon lange vor dem Bau einer »Insel Eins« Versuchssonnenkraftwerke in geostationären Umlaufbahnen geben, die allerdings wohl weniger leistungsfähig sein werden und keineswegs besonders billige Energie »vom Himmel« schicken. Letztlich kann die



Sonnenlichtversorgung auf »Insel Eins«. 1 – Strahlenschutzschirm; 2 – Spiegel; 3 – Fenster; 4 – Energiestation

Lösung des SSPS-Problems nicht unabhängig davon herbeigeführt werden, in welchen größeren Zusammenhang man die Errichtung solcher Kraftwerke stellt. Schließlich kosten die Entwicklung von Projekten des lunaren Bergbaus und des Transports von dort abgebautem Material sowie die Installation dieser Anlagen auch viel Energie, Geld und Entwicklungsarbeit. Sie wären natürlich um so effektiver, je umfassender man sie nutzte. Würde man sich nicht zum Bau von Lagrange-Inseln entschließen, könnten der Aufbau eines Sonnenkraftwerks auf der Erde und sein Transport in eine geosynchrone Umlaufbahn sich als günstiger erweisen als die eben besprochene Variante, deren Hauptvorteil darin besteht, daß der Bau von SSPS gleichsam ein »Abfallprodukt« der »Inseln« wäre.

## Von »Insel Eins« zu großen Modellen

Zu den Aufgaben, die erste Weltrauminselfn außerdem in Angriff zu nehmen hätten, zählt die Errichtung größerer Inseln. Diese sollten so konzipiert werden, daß man sie beliebig oft kopieren kann. Zugleich sollte »Insel Zwei« von ihrer Dimensionierung her für den Bau großer Industrieanlagen geeignet sein, ohne durch die Größe ihrer »Täler« ernstere Probleme für die verkehrsmäßige Erschließung mit sich zu bringen. Unter Berücksichtigung dieser Forderungen könnte »Insel Zwei« einen Äquatorumfang von etwa 6,5 km besitzen und für rund 150 000 Menschen geeignet sein. Die Produktionsanlagen werden auch hier außerhalb der eigentlichen Wohninsel eingerichtet. Zu diesem Zeitpunkte müßte aber die Produktivität der Mondförderungsanlagen merklich gesteigert werden. Möglicherweise könnte dies durch ein Sonnenkraftwerk an einem der Mondpole wirksam unterstützt werden, da dort stets Sonnenenergie zur Verfügung steht.

Unter günstigen Voraussetzungen könnte eine »Insel Zwei« innerhalb von zwei Jahren nachgebaut werden. Die Kosten sollten sich inzwischen soweit verringert haben, daß sie für den Bau einer »Insel Zwei« nicht wesentlich höher liegen als für den einer »Insel Eins«. Hierzu trägt vor

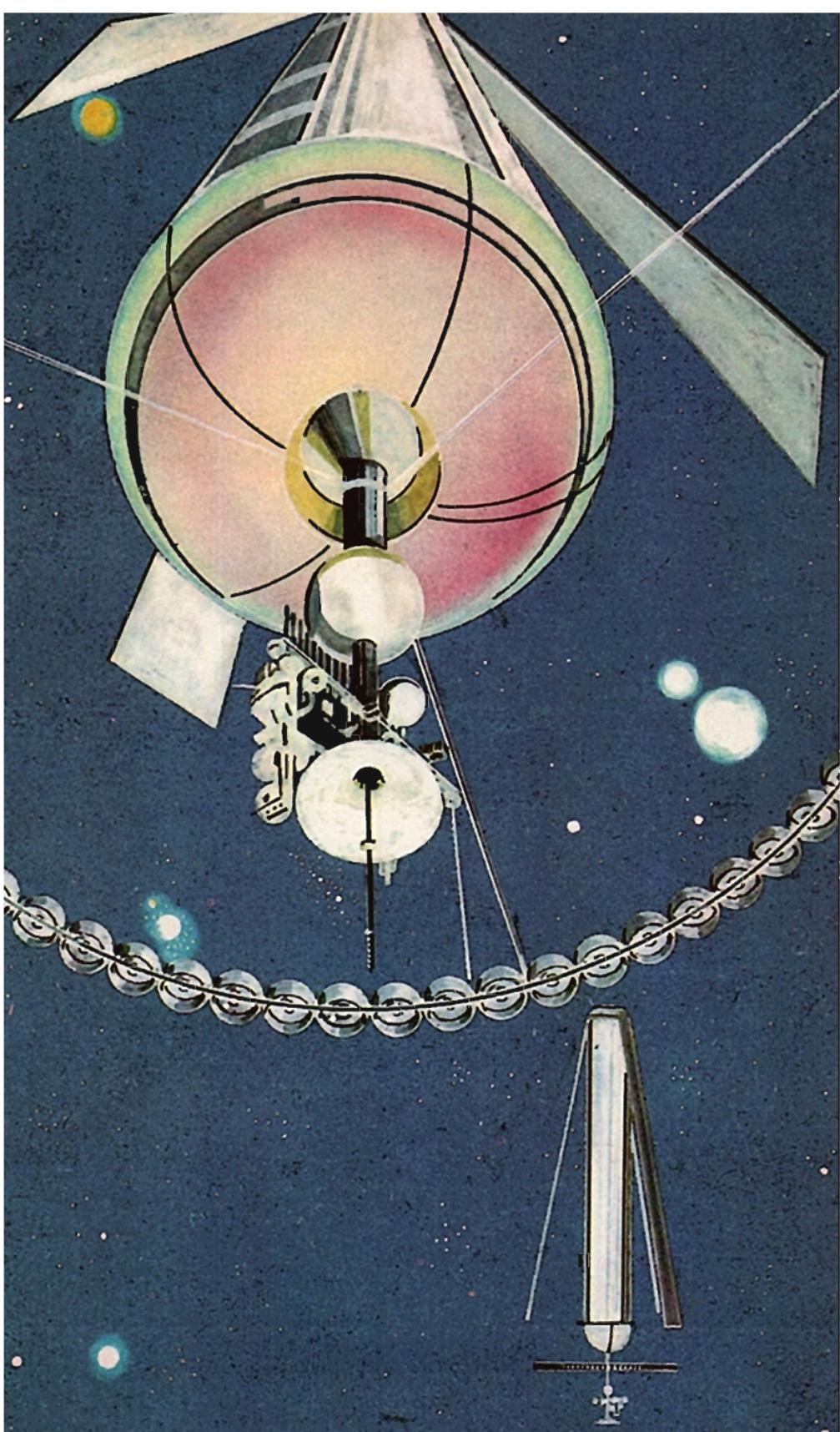
allem die hohe Effektivität der inzwischen sehr leistungsfähigen Industrieanlagen von »Insel Eins« bei. Die relativ hohen Kosten der ersten »Insel Eins« entfallen jetzt. Denn um sie zu installieren, hatte man Material von der Erde zum Mond und von dort zu L 5 sowie Mondmaterial unter relativ hohem Aufwand zu L 5 transportieren müssen. Hinzu kommen die Entwicklungskosten. Hierfür hat man nach gegenwärtigen Überlegungen etwa 100 Milliarden Dollar zu veranschlagen. Zum Bau der »Insel Zwei« scheint es lediglich noch erforderlich zu sein, flüssigen Wasserstoff und Stickstoff von der Erde heranzuschaffen. Was die Kosten für diese utopisch anmutenden technischen Projekte anbelangt, so ist bemerkenswert, daß sie zum großen Teil im Bereich der gegenwärtigen in der Welt für militärische Rüstungen aufgewendeten Mittel liegen.

Neben den genannten Baustufen sind auch noch größere Modelle verschiedener »Designs« vorgeschlagen worden. Der größte O'Neill-Zylinder soll bei einer Länge von 32 km und einem Durchmesser von knapp 6,5 km insgesamt 10 Millionen Menschen aufnehmen können.

Modell	Länge km	Durchmesser km	Rotation s	Siedler
1	1	0,2	21	10 000
2	3,2	0,64	36	150 000
3	10	2,0	63	1 000 000
4	32	6,4	114	10 000 000

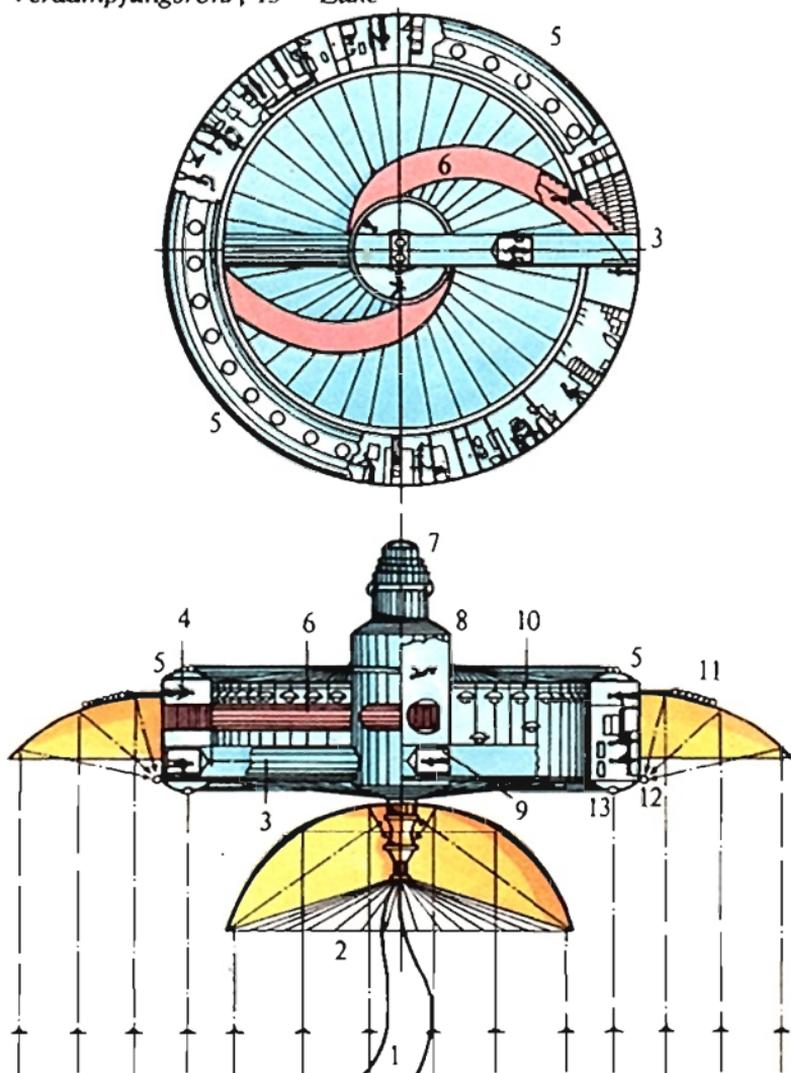
Unter den Großprojekten sind übrigens auch radartige Konstruktionen im Gespräch, ähnlich denen, die schon Ziolkowski vor mehr als einem dreiviertel Jahrhundert skizziert hatte. Anlässlich einer Konferenz im Jahre 1975 in Stanford, an der 28 Wissenschaftler unterschiedlichster Spezialisierung teilnahmen, kam der Radentwurf ins Gespräch. Inzwischen wird er gelegentlich Stanford-Torus genannt. Die allgemeinen Anforderungen entsprechen in etwa denen, die an die Zylinder-Habitate gestellt werden. Vor allem soll auch in diesen »Speichenrad«-Außenstationen das Leben dem auf der Erde weitgehend gleichen und

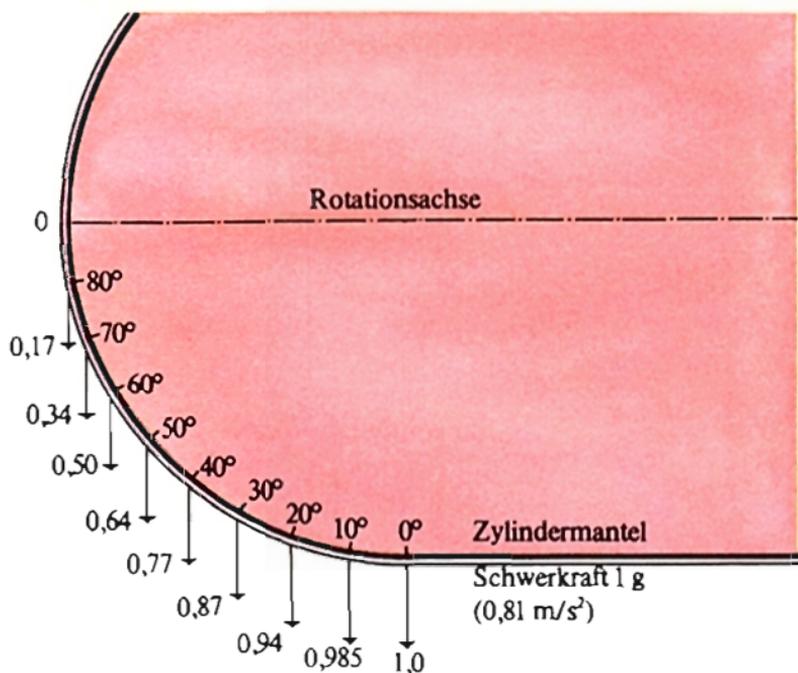
*O'Neills »Insel Drei« in einer Gesamtansicht*



lediglich die heutigen Nachteile irdischen Lebens vermissen lassen. Die Tageslänge soll der irdischen angeglichen werden, und mittels Variation der Tageslänge über Spiegelsysteme könnte man auch jahreszeitliche Effekte nachahmen.

*Noordungs Wohnrad.* 1 – Kabelanschluß; 2 – Verdampfungsrohre; 3 – Aufzugsschacht; 4 – Gang, rundum verlaufend; 5 – Radkranz; 6 – Treppenschacht; 7 – Drehschleuse; 8 – Achskörper; 9 – Aufzug; 10 – Luken mit Spiegel; 11 – Kondensatorrohre; 12 – Verdampfungsrohr; 13 – Luke





### *Verminderung der Erdschwere*

Mit zunehmender Größe werden die geplanten Habitate aber auch immer utopischer. Da der Bau von verschiedenen Inseln unterschiedlicher Größe nur nacheinander erfolgen kann, bedeutet dies zwangsläufig, daß wir es bei den größeren Objekten – ihre Realisierung zu irgendeinem Zeitpunkt vorausgesetzt – auf jeden Fall auch mit späteren Projekten zu tun haben. So nehmen selbst überoptimistische Abschätzungen mindestens eine Differenz von 20 Jahren zwischen der Errichtung eines Habitats vom Typ »Insel Zwei« und vom Typ »Insel Vier« an. Folglich sind diese gegenwärtig kaum detailliert ausgearbeitet.

## Bergbau und Siedlung im Asteroidengürtel

Gelänge es, die Anzahl der Erdbewohner mit der Zeit infolge der Besiedlung einer schneller als linear wachsenden Anzahl von Inseln der verschiedensten Dimensionen merklich zu verringern, so träte natürlich das Problem der Siedlungsdichte in L 5 nach und nach in den Vordergrund.

Da die Bevölkerung auch auf den Habitaten weiter anwachsen würde, folgt hieraus als logische Konsequenz die Frage nach weiteren geeigneten Rohstoffquellen im Sonnensystem sowie nach weiteren in Frage kommenden Aufenthaltsorten für die Projekte der Besiedlung.

O'Neill ist kühn genug, um als weitere Rohstoffbasis die schier unerschöpfliche Menge der kleinen Planeten, der Asteroiden, vorzuschlagen. Eine zahlenmäßig große Gruppe dieser Kleinkörper des Sonnensystems bewegt sich außerhalb der Bahn des Mars und innerhalb der Bahn des Jupiters.

Die Asteroiden werden seit der Entdeckung ihrer ersten Vertreter Ceres, Pallas, Juno und Vesta in den Jahren 1801 bis 1807 von den Astronomen sehr aufmerksam studiert. Heute kennt man die Bahnen von mehr als 2000 solcher Objekte; weitere Asteroidenentdeckungen werden laufend gemeldet. Moderne Meßverfahren haben unsere Kenntnisse über die chemische Zusammensetzung dieser Himmelskörper in den letzten Jahren sehr vergrößert. Nach diesen Untersuchungen besteht die Mehrzahl der bekannten Asteroiden aus einem dem Ölschiefer ähnlichen Material mit hohem Anteil an Wasser-, Kohlen- und Stickstoff (kohlige Chondrite). Auch die beiden größten bekannten Asteroiden, Ceres und Pallas, deren Dimensionen zwischen einem Drittel und einem Siebtel des Monddurchmessers liegen, zählen zu dieser Gruppe.

Was die raumflugtechnische Erreichbarkeit der Asteroiden anlangt, so ist die Situation nicht ungünstig. Die Geschwindigkeitsänderungen, die erforderlich sind, um z. B. vom Asteroidengürtel nach L 5 zu gelangen, sind denen sehr ähnlich, die man benötigt, um von L 5 zur Erde zu gelangen. Dasselbe gilt natürlich für die umgekehrte Reihenfolge der Bahnmanöver. Demnach erscheint es naheliegend, den Asteroidengürtel als Rohstoffbasis heranzuziehen, obschon die Entfernungen von L 5 bis zu den nahe gelegenen Asteroiden wesentlich größer als bis zur Erde sind. Einerseits werden die irdischen Rohstoffreserven dadurch nicht belastet. Andererseits benötigt man für die Raumfahrt weiter »draußen« keine großen Schubkräfte. Schließlich fällt auch die Belastung der Atmosphäre infolge der zahlenmäßig nicht geringen Starts weg.

Nach unbemannten Probeflügen zur Erkundung der Asteroiden würden bemannte Unternehmungen etwa einige Jahre nach Inbetriebnahme der ersten Station in Lagrangia erfolgen können. Für den Transport eignet sich das irdische »Schlepperprinzip«. Der eigentliche Schlepper brauchte dabei einen Konvoi von »Frachtkähnen« lediglich auf Fahrt zu bringen. Dann könnten sie bis in die Gegend von Lagrangia antriebslos durch den Raum gleiten. Nahe dem Bestimmungsort wird die Nutzlast wiederum von einem Schlepper übernommen, der die erforderlichen Bahnkorrekturen ausführt. Die Kosten sollen sich auf einige Dollar je Kilogramm belaufen, weitaus weniger als beim Transport der gleichen Masse von der Erde zu L 5, von den anderen Nachteilen dieser Verfahrensweise ganz abgesehen.

Spezielle Studien haben gezeigt, daß man noch weitaus ökonomischer verfahren kann, wenn man sich auf bestimmte erdnahe Asteroiden konzentriert. Hierzu zählen z. B. die kleinen Planeten der Apollo-Gruppe, die sämtlich die Erdbahn kreuzen. Sie sind nach ihrem Prototyp Apollo benannt und weisen Durchmesser zwischen 1 und 6 km auf.

Der Kleinplanet Apollo, der 1932 entdeckt wurde, gelangt während seines Umlaufs um die Sonne sogar bis ins Innere der Venusbahn. Für die Bergung solcher in große Erdnähe gelangenden kleinen Planeten wurden im Jahre 1977 von Experten der Himmelsmechanik und Asteroidenforschung sogenannte Szenarios konzipiert, wobei unter anderem die aus der Raumfahrt bereits bekannte und bestens erprobte »Swingby«-Technik angewendet wird. Dabei handelt es sich um die Ausnutzung der Anziehungskraft großer Planeten als »Gravitationshilfe«. Die Bergung eines ganzen Asteroiden – selbst die kleinsten haben Massen um 1 Million Tonnen – würde dann ungefähr folgendermaßen ablaufen: Ein bemannter Raumschlepper führt ein Rendezvous mit dem Asteroiden herbei und steuert diesen so, daß der Asteroid aus seiner Bahn geführt wird und eine neue um die Venus oder Erde herumschwingende Bahn einnimmt. Wegen der großen Masse selbst der kleinsten Planetoiden würde ein solches Manöver viel Zeit kosten, da nur eine sehr geringe Kraft auf den

Himmelskörper wirksam wird. Viel stärker würde die Gravitation eines Planeten im Verlauf des Swingby auf den Kleinkörper wirken. Einige Asteroiden könnten auf diese Art relativ leicht zugänglich sein.

Der Raum zwischen Mars und Jupiter ist auch als weiteres Siedlungsgebiet denkbar. Die notwendigen ersten Ausrüstungen müßten in diesem Fall zunächst von L 5 aus dorthin entsandt werden. Neue Habitate könnten dann an Ort und Stelle entstehen. Da dort jedoch weniger Sonnenenergie zur Verfügung steht, wären in diesem Fall zusätzliche Spiegelanlagen erforderlich, die dafür sorgen, daß die Bewohner des Habitats die gleiche Energiemenge erhalten wie z. B. in L 5.

## Zeitpläne

Lassen wir zunächst die Frage außer acht, ob überhaupt mit der Verwirklichung von Aussiedlungsprojekten begonnen wird, und bezeichnen wir einfach den Beginn der Realisierungsphase als das Jahr 0. Dann könnten nach Meinung O'Neills und seiner Mitarbeiter im Jahre 15 bereits zahlreiche Habitate vom »Insel-Eins«-Typus fertiggestellt und einige hunderttausend Menschen dort angesiedelt sein. Auch schlüsselfertige »Insel-Zwei«-Industrieanlagen würden in den Jahren 15 bis 20 angeboten. Dadurch könnte die Bevölkerung im Weltraum rasch anwachsen, so daß bis zum Jahre 25 etwa 1 Million Menschen im Weltraum leben würden. Für die Transportkapazität leitet sich daraus die Forderung ab, täglich etwa 700 Auswanderer von der Erde nach L 5 zu bringen, wenn man davon ausgeht, daß während der Bauphasen der »Insel Eins« bereits 500 000 Menschen dort angesiedelt wurden und die zahlenmäßige Verdopplung innerhalb von etwa zwei Jahren erfolgt. Allerdings müßte man bis dahin große, wiederverwendbare Raumschiffe zur Verfügung haben, die häufige Starts und Landungen ausführen.

Das Problem besteht einerseits darin, daß man für ein derartiges Transportschiff enorme Entwicklungskosten benötigt und daß man andererseits mit Hilfe chemischer Raketen nur schwer direkt zu L 5 fliegen kann.

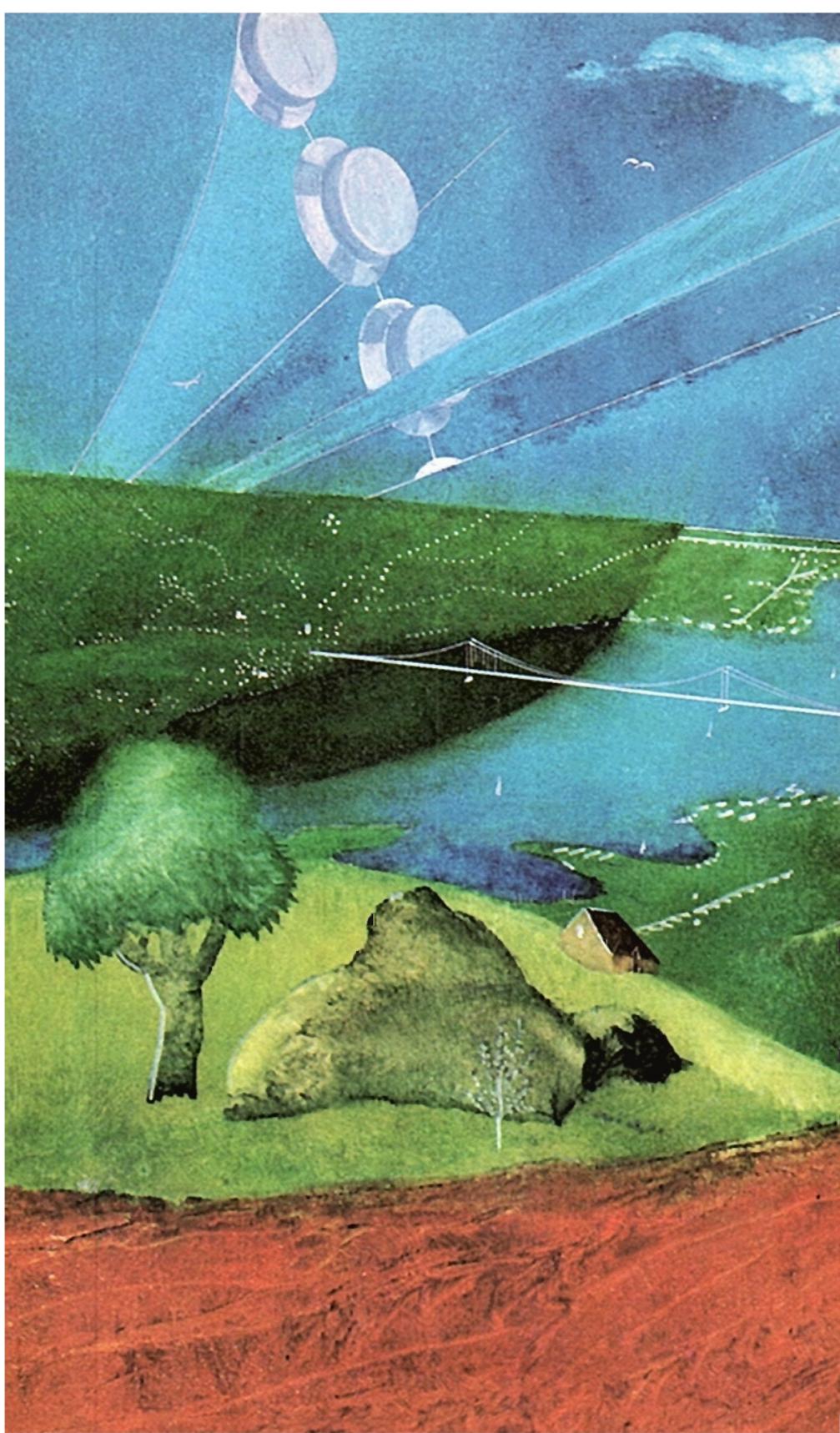
Zumindest wäre unterwegs ein Auftanken erforderlich. Zu der Zeit, von der hier die Rede ist, wird aber noch keinerlei Material von den Asteroiden zur Verfügung stehen. Daher muß man pro Person mit etwa 1 000 kg Masse an Treibstoffen rechnen, die von der Erde aus beschafft werden müssen. Man könnte sich vorstellen, daß es Raumfähren gibt, die mit fünf Flügen täglich die insgesamt 700 Auswanderer in den Weltraum befördern. Bereits heutige Startplätze in der UdSSR und den USA wären – ohne unlösbare Probleme – durchaus in der Lage, solche Aufgaben zu übernehmen. Allerdings ist der Weg in eine erdnahe Umlaufbahn nur ein Teil der Lösung. Die Auswanderer müssen dann auf die viel weitere Reise zu L 5 gebracht werden. Damit steigen auch die Anforderungen an den Reisekomfort, da die Überbrückung dieser Strecke etwa eine Woche dauert. Zur Bewältigung dieser Aufgabe denkt man an Raumschiffe, die mit relativ geringen Schubkräften auskommen. Bei L 5 werden sie mit Rückstoßmasse versehen, die dort in Form von verschiedenen Abfällen unbegrenzt vorhanden ist. Da die Raumschiffe niemals die Erdatmosphäre passieren müssen, sind aerodynamische Rücksichten nicht erforderlich.

Die hypothetischen Transporter zur Lösung dieser Aufgaben hat O'Neill auf die Namen »Ziolkowski« und »Goddard« getauft. Ihre Masse soll etwa 3 000 Tonnen betragen, wovon zwei Drittel auf die elektrodynamischen Triebwerke und Sonnenkraftwerke entfallen. Die erreichbaren Rückstoßgeschwindigkeiten sollen doppelt so hoch liegen wie bei den chemischen Triebwerken. Die Länge der Raumschiffe mit ihren Sonnenzellen-Auslegern mag mehrere Kilometer erreichen, was aber angesichts ihres »Manövriergebietes« ohne Belang ist.

»Wenn der Aufbruch des Menschen ins All tatsächlich stattfindet«, meint O'Neill, »dann wird im Prinzip sicherlich auch irgendwann einmal eine Auswanderung größten Ausmaßes möglich sein.«

Ein einfaches Rechenexempel gibt uns Auskunft über die mögliche Besiedlungsgeschwindigkeit. Nehmen wir

*Abb. auf S. 88/89: Landschaft im Weltall auf »Insel Drei« eines Projekts von O'Neill*





zunächst an, die Produktivitätswerte sind nach Fertigstellung der »Insel Eins« dieselben wie gegenwärtig auf der Erde. O'Neill schreibt: »Danach mag es eine ›hingegebungs-volle‹ Periode intensiver Bautätigkeit geben, in der viele Nationen der Welt sich beeilen, im Weltraum Fuß zu fassen. In jener Pionierzeit könnte die Mehrzahl der Raumsiedler ... arbeiten, und zwei Fünftel ihrer Produkte könnten hauptsächlich neue Habitate und erst in zweiter Linie andere Güter wie Satellitenkraftwerke sein. In diesem Fall betrüge die Zeitspanne für eine Bodenverdoppelung im Raum ... nur zwei Jahre, und in lediglich acht Jahren könnten bereits 160 000 Menschen dort leben.« Nimmt man einmal an, daß dann der Anteil der produktiv tätigen Menschen abnehmen würde und eine den heutigen irdischen Bedingungen der Industriestaaten entsprechende Steigerung der Produktivität stattfände, so findet man, daß die Bevölkerung im All entsprechend der folgenden Tabelle wachsen könnte:

Jahr	Bevölkerung
10	290 000
15	1,5 Millionen
20	9,2 Millionen
25	68 Millionen
30	631 Millionen
35	7,3 Milliarden

Dies bedeutet, daß schon innerhalb von zwei Generationen soviel Siedlungsraum im Weltall bereitstünde, daß der gesamte Bevölkerungsüberhang im Weltall untergebracht werden könnte. Sollte sich die Zuwachsrates der Erdbevölkerung bei unkontrolliertem Anwachsen nach Erreichen der 10-Milliarden-Grenze jemals auf 200 Millionen Menschen jährlich belaufen, so könnte selbst ein solcher Bevölkerungsanstieg im »Jahre 30« unserer Rechnung bereits von den kosmischen Siedlungen abgefangen werden, da diese sich dann hinreichend schnell entwickeln.

Auch für den Transport einer so großen Anzahl von Menschen scheinen sich Möglichkeiten zu ergeben, die keineswegs utopisch sind. O'Neill schreibt hierzu: »Um diese größere Beförderungsrate zu bewältigen, brauchten

wir für die Energieversorgung der Raumschiffe selbst Anlagen mit einer Masse, die geringfügig unter einer Tonne pro Megawatt liegt.<sup>1</sup> Dies könnte erreicht werden, indem man entweder mehrere Jahrzehnte lang die Entwicklung der Solarzellentechnik vorantreibt, oder indem man Mikrowellen und Laser zur Energieübertragung im Weltraum verwendet. « Gelänge dies, so könnte man mit einem großen Raumschiff unter Anwendung einer Massenschleuder als »Triebwerk« in 3,5 Tagen zu L 5 gelangen – weniger, als eine Atlantiküberquerung per Schiff in Anspruch nimmt. Jedes Raumschiff sollte etwa 6000 Passagiere an Bord nehmen können.

Da solche Transportkapazitäten erst etwa 15 Jahre nach Beginn des Aussiedlungsprojekts erforderlich wären, bedeutete dies gegenüber den Zeiten der »Ziolkowski« und »Goddard« einen vergleichsweise geringen Kapazitätswachstums. Um die erforderliche Anzahl von Aussiedlern je Zeiteinheit ins All zu befördern, würden rund tausend Riesenraumschiffe benötigt. Diese Zahl mag zunächst erschreckend hoch sein. Doch wer hätte es bei Beginn der Seeschifffahrt für möglich gehalten, daß um die Mitte des 20. Jahrhunderts etwa tausend große Ozeanschiffe ständig auf den Weltmeeren kreuzen! Die Gesamtmasse von tausend Raumschiffen solchen Ausmaßes belief sich auf etwa 10 Millionen Tonnen. Um sie zu produzieren, wären im Jahre 25 unserer Rechnung lediglich 0,1 % der dann in L 5 ansässigen Bewohner erforderlich und für drei Jahre ausgelastet.

Außerdem wäre noch das Problem des Transports von der Erde in die niedrige Erdumlaufbahn zu lösen. Hierzu würden Fahrzeuge mit einem Personentransportvermögen ausreichen, das etwa dem der Jumbojets (400 Passagiere) entspricht. Gegenüber dem Transportvermögen der gegenwärtig in der Entwicklung befindlichen Raumfähren bedeutet dies eine Kapazitätssteigerung innerhalb von 50 Jahren, die geringer ist als die der Zivilluftfahrt während

<sup>1</sup> »Bei den mit heutiger Technologie denkbaren Schwertransportern »Ziolkowski« und »Goddard« ergibt sich unter Berücksichtigung der Masse der Solarzellen samt Auslegern ein Verhältnis von etwa 3 Tonnen pro Megawatt.« (O'Neill)

des letzten halben Jahrhunderts. Diese hat nämlich innerhalb von drei Jahrzehnten eine Versiebzehnfachung erfahren! Setzt man für den Hin- und Rückflug eine Flugdauer von etwa vier Stunden an, so würde eine Flotte von 200 solcher Fähren zur Lösung des Transportproblems ausreichen. Verglichen mit der heutigen Flotte der zivilen Luftfahrt von etwa 4000 Maschinen wäre dies relativ wenig. Der Treibstoffbedarf je Person betrüge für eine Reise von der Erde in die Umlaufbahn etwa 3 Tonnen. In den USA werden hingegen heute je Person etwa 10 Tonnen Verbrennungsprodukte in die Atmosphäre geblasen. Jeder Aussiedler würde also auch in dieser Hinsicht die Erde spürbar entlasten.

Da jedesmal die sehr wichtige Ozonschicht der Erde durchstoßen wird, wenn ein Raumflugkörper den Bereich der Erdatmosphäre verläßt, müßte auf jeden Fall dafür Sorge getragen werden, daß diese weitgehend unbeschädigt bleibt. Für die Lösung dieses Problems würden aber bei einem baldigen Beginn des Aussiedlungsprogramms noch mindestens vier Jahrzehnte Zeit bleiben. Andere Prognosen ergeben noch weit größere Zeiträume für die gründliche Erforschung und Lösung dieser Frage.

---

# Kosmische Siedlungen

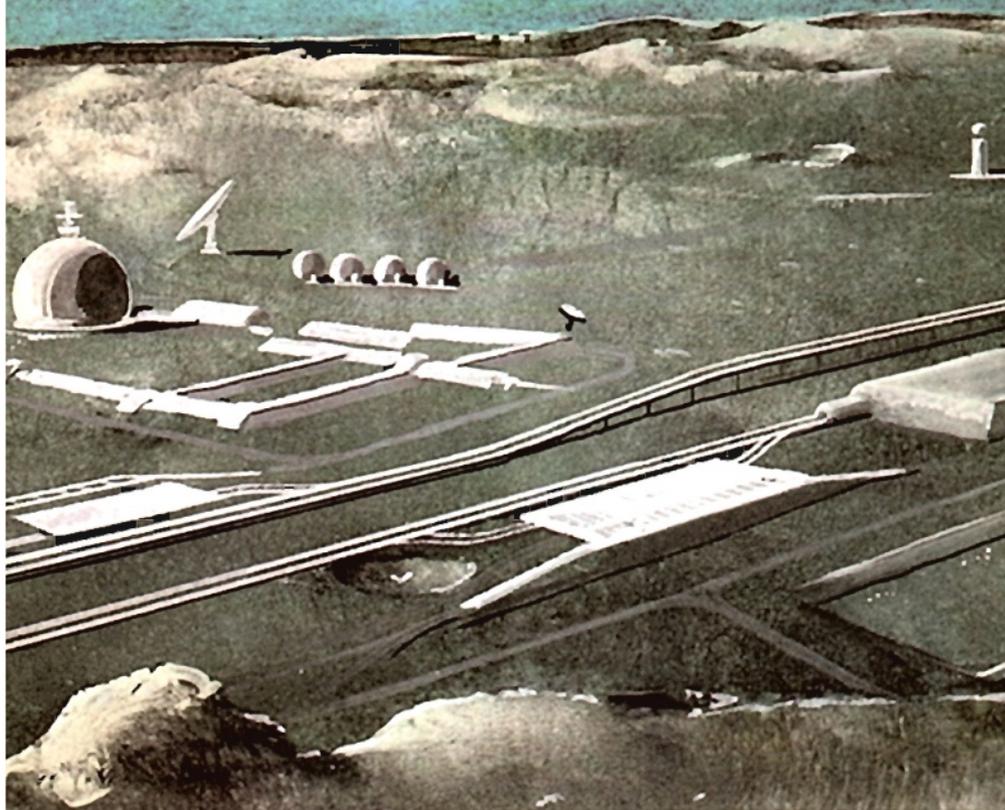
## – pro und kontra

---

Nachdem die Pläne O'Neills in ihren Grundzügen bekannt geworden waren, haben sich Experten verschiedener Länder mit ihnen auseinandergesetzt und sie »auf Herz und Nieren« geprüft. Dabei sind ernsthafte Bedenken, vor allem gegen die Kostenabschätzungen und Zeitpläne, laut geworden.

O'Neill und seine Anhänger behaupteten z. B., daß die Verwirklichung des Aussiedlungsprogramms gegenwärtig nicht utopischer sei als die amerikanische Mondlandung zehn Jahre vor ihrer Realisierung. Dabei vergessen sie allerdings, daß Ende der fünfziger Jahre schon sehr leistungsstarke Trägerraketen vorhanden waren. O'Neill läßt unerwähnt, daß es bereits Anfang der sechziger Jahre eine wissenschaftlich-technische und im großen und ganzen finanziell abgesicherte Vorstellung über den Ablauf des Unternehmens gab. Dergleichen ist für die Besiedlungsprojekte keineswegs in Sicht. Eine im Jahre 1976 in den USA veröffentlichte Studie über die Raumfahrtziele der kommenden zwei Jahrzehnte gibt über das Besiedlungsprojekt keinerlei konkrete Auskünfte. Der Raumfahrtautor Horst W. Köhler (BRD) vertritt die Ansicht, daß sich O'Neill hinsichtlich seiner Zeitpläne allein vom Standpunkt der noch zu lösenden technischen Probleme um wahrscheinlich 150 Jahre getäuscht hat.

Ähnliches trifft auf die Kostenangaben zu. Köhler schreibt: »Es müssen Kilotonnen von Masse von der Erde und Megatonnen vom Mond bewegt werden. Allein das zur Strahlenabschirmung benötigte Gestein und Geröll ... beträgt für die Radstation mehr als  $10^7$  Tonnen!« Insgesamt nimmt Köhler an, daß die Kosten um einen zweistelligen,

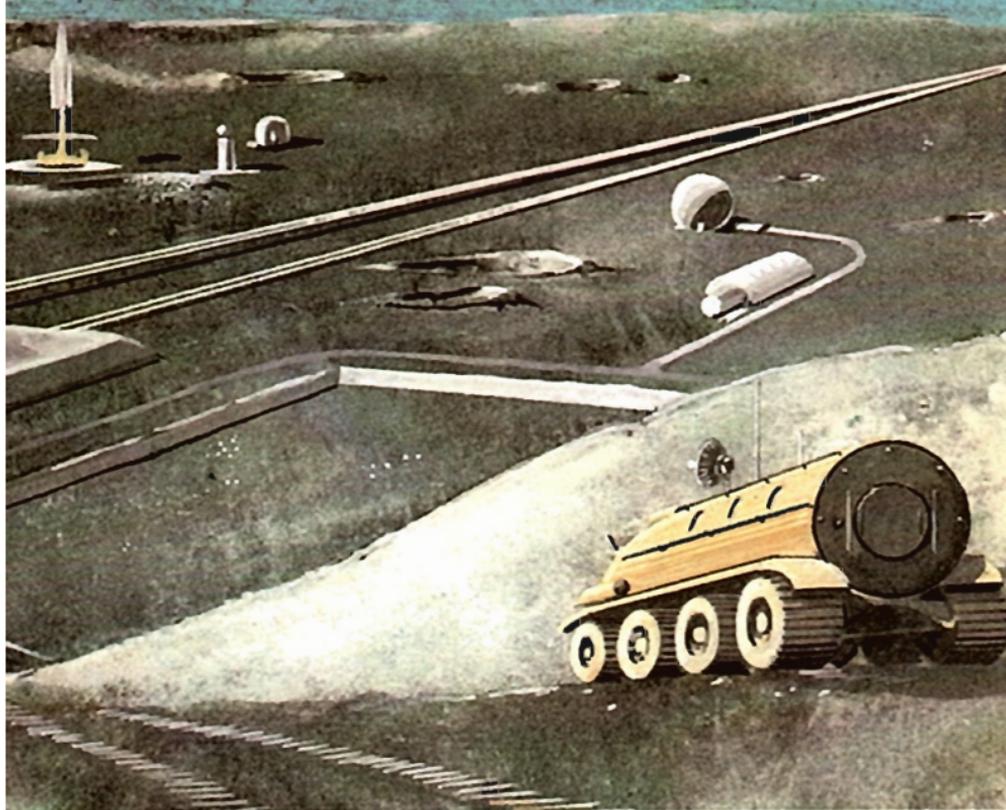


### *Bergbaubasis auf dem Mond*

wenn nicht gar einen dreistelligen Faktor zu niedrig angesetzt sind. Ein Vergleich mit den heutigen Finanzierungsschwierigkeiten der NASA macht dann deutlich, daß selbst die von O'Neill veranschlagten 100 Milliarden Dollar, auf einen Zeitraum von 15 bis 20 Jahren verteilt, ernsthafte Probleme mit sich bringen würden, geschweige denn die unvergleichlich höheren realen Kosten für die Projekte.

Hinzu kommen konkretere technische Analysen von Spezialisten, die ebenfalls zahlreiche Einwände gegen die von O'Neill vorgeschlagenen Lösungen vorbringen.

Bei einer kritischen Bewertung des »Unternehmens ›Lagrangia‹« geht es jedoch keineswegs nur – und gegenwärtig wohl nicht einmal in erster Linie – um die technischen Details. Mögen sich viele von ihnen auch als nicht realisierbar herausstellen, so würden ohne Zweifel andere Lösungen vorgeschlagen. Doch damit haben wir noch



keine Antwort auf die Grundfrage: Wird die Menschheit jemals tatsächlich das Planetensystem erobern und besiedeln? Sind wir aufgrund der Rohstoff- und Energiesituation sowie des Anwachsens der Erdbevölkerung wirklich gezwungen, auf schnellstem Wege die »Wiege der Menschheit« zu verlassen? Sind die bisher vorgelegten Zeitpläne realistisch oder illusorisch? Können mit Hilfe eines großangelegten Aussiedlungsprogramms soziale Fragen gelöst werden?

## Pessimismus – defensiv

Das Umweltproblem ist uralte. Unerwünschte Nebeneinflüsse galt es schon vor Urzeiten auszuschalten, wenn der Mensch lokale Veränderungen seiner Umwelt hervorrief. Schon die vielen hunderttausend Jahre, in denen der Mensch vorwiegend oder auch nur teilweise von der Jagd lebte, müssen die Dynamik der Tierpopulationen

beeinflusst haben. Und später haben gesellschaftliche Regulierungen natürlicher Prozesse oft in drastischer Weise schädliche Folgen gezeitigt, die so klar übersehbar waren, daß man von einer direkten Ursache-Wirkungs-Beziehung reden kann: Als die spanische Königin Isabella den Schafzüchtern in einem Abkommen volle Freizügigkeit gewährte, war die ganze Iberische Halbinsel binnen eines Jahrhunderts praktisch kahlgefressen! Die bürgerlich-pessimistische Interpretation des Umweltproblems wäre in diesem Fall, die Aufzucht von Schafen schlechthin zur Ursache der Schadwirkung zu erklären. So jedenfalls argumentiert die überwiegende Mehrzahl bürgerlicher Pessimisten: Die gegenwärtig beobachtete ernsthafte Bedrohung der natürlichen Umwelt des Menschen sei vor allem eine Folge der Industrialisierung. Der Hauptmangel dieses Arguments besteht offensichtlich darin, daß es nur eine Seite des Problems berücksichtigt, nämlich die Auseinandersetzung des Menschen mit der Natur. Hingegen bleibt die andere Seite völlig aus dem Gespräch: die elementare Tatsache, daß die Auseinandersetzung des Menschen mit der Natur sozialökonomisch determiniert ist und daß gerade das darin zum Ausdruck kommende »Mensch-Mensch«-Verhältnis entscheidend auf das »Mensch-Natur«-Verhältnis zurückwirkt. Die französischen Autoren C. Quin und P. Herzog bemerken daher sehr zutreffend, daß den »Verfassern höchst beunruhigender Beschreibungen« oft die Tinte eintrocknet, »wenn es darum geht, die Urheber und die Abhilfen zu identifizieren ... Den technischen Fortschritt beschuldigen heißt, ein Strafverfahren gegen ein Abstraktum eröffnen, heißt aber auch, von der wirklichen Frage ablenken, der nämlich: wer befiehlt die Produktion, unter welchen Bedingungen und unter wessen Verantwortung werden die neuen Techniken angewandt?«

Durch die einseitige Sicht auf »abstrakte Technik« wird der Eindruck erweckt, als befinde sich die Menschheit – unabhängig von den sozialen Verhältnissen, die sie sich schafft – in einer ohnehin ausweglosen Situation. In Wirklichkeit zeigt die gesamte Entwicklungsgeschichte der Menschheit, daß die Beziehungen zwischen Mensch und Natur entscheidend durch die Gesellschaft bestimmt



*Mit Ionentriebwerk ausgestatteter Asteroid*

werden, die sie gestaltet. In seiner berühmten Arbeit »Der Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen« bemerkt Friedrich Engels sehr treffend: »Gegenüber der Natur wie der Gesellschaft kommt bei der heutigen (d. h. kapitalistischen, D. B. H.) Produktionsweise vorwiegend nur der erste, handgreiflichste Erfolg in Betracht, und dann wundert man sich noch, daß die entfernteren Nachwirkungen der hierauf gerichteten Handlungen ganz andere, meist entgegengesetzte sind.«

Dies erkennen auch mehr und mehr bürgerliche Futurologen. So nimmt z. B. der schon zitierte G. R. Taylor zu der marktwirtschaftlichen These Stellung, daß jedes Gut seinen Preis besitze, dessen Regulierung allein durch den Markt zu geschehen habe – ohne äußere Eingriffe und Zwänge. Er bemerkt hierzu: »Die Umweltverschmutzung stellt für diese Doktrin eine Herausforderung dar, denn sie ist die Folge fehlender Regulation. Die Wirtschaftstheorie legt dar, wie die Bedürfnisse der Menschen nach bestimmten Waren befriedigt werden: Die Nachfrage übersteigt das Angebot; die Verkäufer erhöhen die Preise, bis die ärmeren

Käuferschichten ausscheiden; die Gewinne gehen in die Höhe, die Produktion wird gesteigert, neue Unternehmen steigen in das rentable Geschäft ein. Mit steigendem Angebot fallen jedoch die Preise und damit die Gewinne; dies geht solange, bis eine weitere Expansion sich nicht mehr auszahlt ... Doch es gibt Bereiche, wo ein solcher Mechanismus kaum oder gar nicht funktioniert. Der freie Markt kann keine Dinge anbieten, die man nicht verpacken und zu einem bestimmten Preis verkaufen kann, wie zum Beispiel frische Luft ... Doch das Versagen der freien Marktwirtschaft ist dort am schlimmsten, wo es um die Erhaltung von Werten geht, die nur ein einziges Mal vorhanden sind und von der Natur umsonst zur Verfügung gestellt werden. So groß die Nachfrage nach landschaftlicher Schönheit auch sein mag, keine Industrie kann sie produzieren und verkaufen; keine Industrie ist in der Lage, saubere Flüsse und reine Luft herzustellen und zu verkaufen. Es kommt hinzu, daß diesen Werten kein Preis zugeordnet werden kann, so daß sie, wenn sie mit Gütern mit einem definierten Preis in Konkurrenz treten, stets nur die zweite Rolle spielen ... Kurz, es liegt in diesem Wirtschaftssystem, daß Werte, deren Preis nicht bestimmbar ist, von vornherein benachteiligt sind. Umso notwendiger wird Planung.«

Im Grunde handelt es sich hierbei um eine Binsenweisheit. Die kapitalistisch orientierte Gesellschaft kann nicht anders, als letztlich naturfeindlich handeln. Darauf wies bereits Karl Marx im »Kapital« mit den Worten hin: »Die kapitalistische Produktion entwickelt ... die Technik ..., indem sie zugleich die Springquellen alles Reichtums untergräbt: die Erde und den Arbeiter.« Es liegt im Wesen dieser Produktionsverhältnisse, daß sie stets auf den nächstliegenden Vorteil bedacht sind, ohne die Fernwirkungen zu berücksichtigen. Folglich entpuppt sich gerade die Frage nach dem Verhältnis von Mensch und Natur als ein durch und durch soziales Problem: »Vom Standpunkt einer höheren ökonomischen Gesellschaftsformation wird das Privateigentum einzelner Individuen am Erdball ganz so abgeschmackt erscheinen, wie das Privateigentum eines Menschen an einem andern Menschen«, schreibt Marx. »Selbst eine ganze Gesellschaft,

eine Nation, ja alle gleichzeitigen Gesellschaften zusammengekommen, sind nicht Eigentümer der Erde. Sie sind nur ihre Besitzer, ihre Nutznießer, und haben sie . . . den nachfolgenden Generationen verbessert zu hinterlassen.«

Prognosen pessimistischer Prägung besagen, daß es prinzipiell unmöglich sei, unseren Heimatplaneten sowohl zum Nutzen der gerade lebenden Menschen einzurichten als auch ihn gleichzeitig in noch besserem Zustand als vorher den nachfolgenden Generationen zu übergeben. Aus dieser Sicht lauten dann auch manche Forderungen bürgerlicher Kritiker der kapitalistischen Ausplünderung unseres Planeten, man solle die bisherige Entwicklung des Wachstums aller Kennziffern einstellen, bereits geschaffene technische Hilfsmittel zur Aneignung des Planeten nicht mehr nutzen und so oder so »zur Natur« zurückkehren. Diese Autoren versuchen den Eindruck zu erwecken, als sei die Natur in ihrer vom Menschen unbeeinflußten Form die beste Umwelt für den Menschen. Dabei wird aber die geschichtliche Wahrheit übersehen, daß der Mensch die Natur in jahrtausendelangem Kampf einzig um besserer Lebensbedingungen willen umgestaltet hat. Ein »Zurück zur Natur!« würde für Millionen und aber Millionen von Menschen keine Ernährungsgrundlage bieten, weil die gegenwärtige landwirtschaftliche Produktion ganz wesentlich dem gezielten Einsatz des wissenschaftlich-technischen Fortschritts zu danken ist. Die tatsächliche Frage lautet daher: Wie können die Vorzüge, die uns die Nutzung der Naturschätze bisher gebracht hat, allen Menschen zugänglich werden, ohne daß dabei die jetzt deutlich werdenden negativen Auswirkungen auftreten?

## Keine Endstation der Geschichte

Analysieren wir die Ursachen für die gegenwärtige Situation, so zeigt sich, daß die Probleme trotz ihrer Ernsthaftigkeit durchaus gelöst werden können. Offenbar muß man die Natur zu diesem Zweck künftig bewußt unter Benutzung entsprechender wissenschaftlicher Erkenntnisse umgestalten, wobei alle Maßnahmen komplex auf-

einander abzustimmen sind. Die Technologie und ihr Produktionsapparat sind umweltfreundlicher zu gestalten. Freilich kann man nicht verkennen, daß dies am konsequentesten möglich ist, wenn manche der historisch entstandenen Produktions- und Konsumtionsgewohnheiten des Menschen verändert sowie gesellschaftliche Verhältnisse geschaffen werden, denen von Natur aus die durchdachte Nutzung aller Potenzen, darunter auch der natürlichen Lebensbedingungen, innewohnt. Eine auf dem gesellschaftlichen Eigentum an Produktionsmitteln beruhende Gesellschaft mit gesamtgesellschaftlicher Planung hat die besten Voraussetzungen, die optimalen Bedingungen für einen »rational geregelten Stoffwechsel zwischen Gesellschaft und Natur« herzustellen. Bekanntlich gibt es auch in kapitalistischen Ländern z. T. hochtechnisierte Einzellösungen von Umweltfragen, jedoch mangelt es dort an einem wirksamen Gesamtkonzept. Niemand kann allerdings erwarten, daß jahrtausendalte Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Natur von heute auf morgen verschwinden. Auch ist die Herstellung sozialistischer gesellschaftlicher Verhältnisse allein noch keine Garantie für die Lösung des Problems. Vielmehr kommt es darauf an, in einem beharrlichen und gewiß langwierigen Prozeß die vorhandenen Umweltschädigungen herabzumindern und künftige zunehmend zu verhindern. Auch die sozialistische Gesellschaftsordnung kann aus ökonomischen und anderen Gründen nur nach und nach zu einer befriedigenden Lösung des Umweltproblems kommen. Dem entspricht auch die Gesetzgebung auf diesem Gebiet, die nicht vom theoretisch Wünschenswerten, sondern vom unbedingt Notwendigen und vom ökonomisch Möglichen ausgeht. Dem Umweltschutz hat vor allem die zu entwickelnde Technik Rechnung zu tragen. Zugleich müssen entsprechende Anstrengungen unternommen werden, um die ökologischen Folgen jedes Eingriffes in die Natur wissenschaftlich zu beherrschen.

Der sowjetische Forscher Akademiemitglied Alexander N. Nesmejanow (geb. 1899) brachte dieses Problem auf eine einfache Formel. Auf die Frage nach den Aufgaben auf dem Gebiet der Wasser- und Luftreinigung antwortete er: »Man muß nicht Luft und Wasser reinigen, viel wich-

tiger ist es, sie nicht zu verschmutzen.« Damit betont er, daß die gegenwärtige Produktionstechnologie umweltbewußt sein muß. Wissenschaft und Technik sind nicht *der* abstrakte Feind der Menschheit. Lediglich die bisherige Art und Weise ihrer Anwendung hat zu unerwünschten und durchaus gefährlichen Resultaten geführt. Daher wird die Bewältigung der nicht unkomplizierten Probleme mit Sicherheit auch in erster Linie durch den wissenschaftlich-technischen Fortschritt herbeigeführt. Dieser ist außerdem auch für die Ausnutzung bisher noch unerschlossener Ressourcen entscheidend. Für das kritische Energie- und Ressourcenproblem deuten sich z. B. folgende Möglichkeiten an:

- Gezielte Erkundung von geologischen Lagerstätten, unter anderem durch den Einsatz von Methoden zur Fernerkundung aus dem Erdorbit
- Abbau von Rohstoffen aus größeren Tiefen der Erdkruste des Festlandes sowie Nutzung der Vorkommen unterhalb des Meeresbodens
- Erschließung neuer Arten von Ressourcen
- Anwendung von energie- und rohstoffsparenden Technologien.

Bereits gegenwärtig können wir einige interessante Tatsachen konstatieren, die uns erkennen lassen, daß die Nutzung der soeben angedeuteten Möglichkeiten von bedeutender Wirksamkeit sein kann. So ist z. B. die Menge der bekannten nutzbaren Rohstoffe infolge besserer Erkundung und des Einsatzes neuartiger Abbaumethoden bei einigen Stoffen, ungeachtet des immer schnelleren Verbrauchs in den letzten Jahrzehnten, sogar gestiegen. Die folgende Tabelle – nach amerikanischen Quellen zusammengestellt – weist diesen Umstand für einige Rohstoffe und Energieträger aus:

Rohstoff	1950	1970
Erdöl	21 Jahre	35 Jahre
Erdgas	27 Jahre	45 Jahre
Kohle	430 Jahre	600 Jahre
Eisenerz	125 Jahre	150 Jahre
Chromerz	52 Jahre	350 Jahre

In diese kurze Übersicht über die Zeit, für die diese Stoffe noch zur Verfügung stehen, sind nur die Vorräte in der nichtsozialistischen Welt eingeschlossen.

Die Erschließung von Vorkommen in größeren Tiefen und vor allem von Lagerstätten unter dem Meeresgrund ist zwar technisch problematisch, legt aber erhebliche Reserven frei. Man erinnere sich nur daran, daß sieben Zehntel der Erde mit Wasser bedeckt sind!

Die primären Energieträger, die wir bis heute verwenden, liefern im übrigen ein gutes Beispiel für die *qualitative* Ausweitung nutzbarer Ressourcen der Natur: Wasserkraft, Erdöl und Erdgas sind nämlich erst in unserem Jahrhundert an die Seite der traditionellen Kohle getreten. Die Kernenergie ist im Vergleich dazu ein Kind der jüngsten Vergangenheit, das zweifellos schon in der näheren Zukunft eine bedeutsame Rolle spielen wird. Ohne Kernenergie wird das Energieproblem der Menschheit nicht gelöst werden können. Da die Vorräte an Uran 235, das in den kommerziell arbeitenden Kernreaktoren als »Brennstoff« dient, nur begrenzt sind, setzt man immer stärker auf die sogenannten Brutreaktoren. In ihnen wird Uran 238 verwendet, das in wesentlich größeren Mengen vorkommt, und in Plutonium 239 umgewandelt, das den »Brennstoff« der schnellen Brüter bildet. Der Energiebedarf der Menschheit könnte auf diese Weise für etwa tausend Jahre gedeckt werden.

Die Tatsache, daß die Brüter in großen Mengen Plutonium 239 erzeugen, ermöglicht jedoch den Betreibern solcher Anlagen, mit relativ geringem Aufwand auch Atombomben zu bauen. Hieran wird deutlich, daß mit der Lösung des Energieproblems brisante politische Probleme verbunden sind, die letztlich nur auf der Grundlage verlässlicher internationaler Regelungen abgesichert werden können.

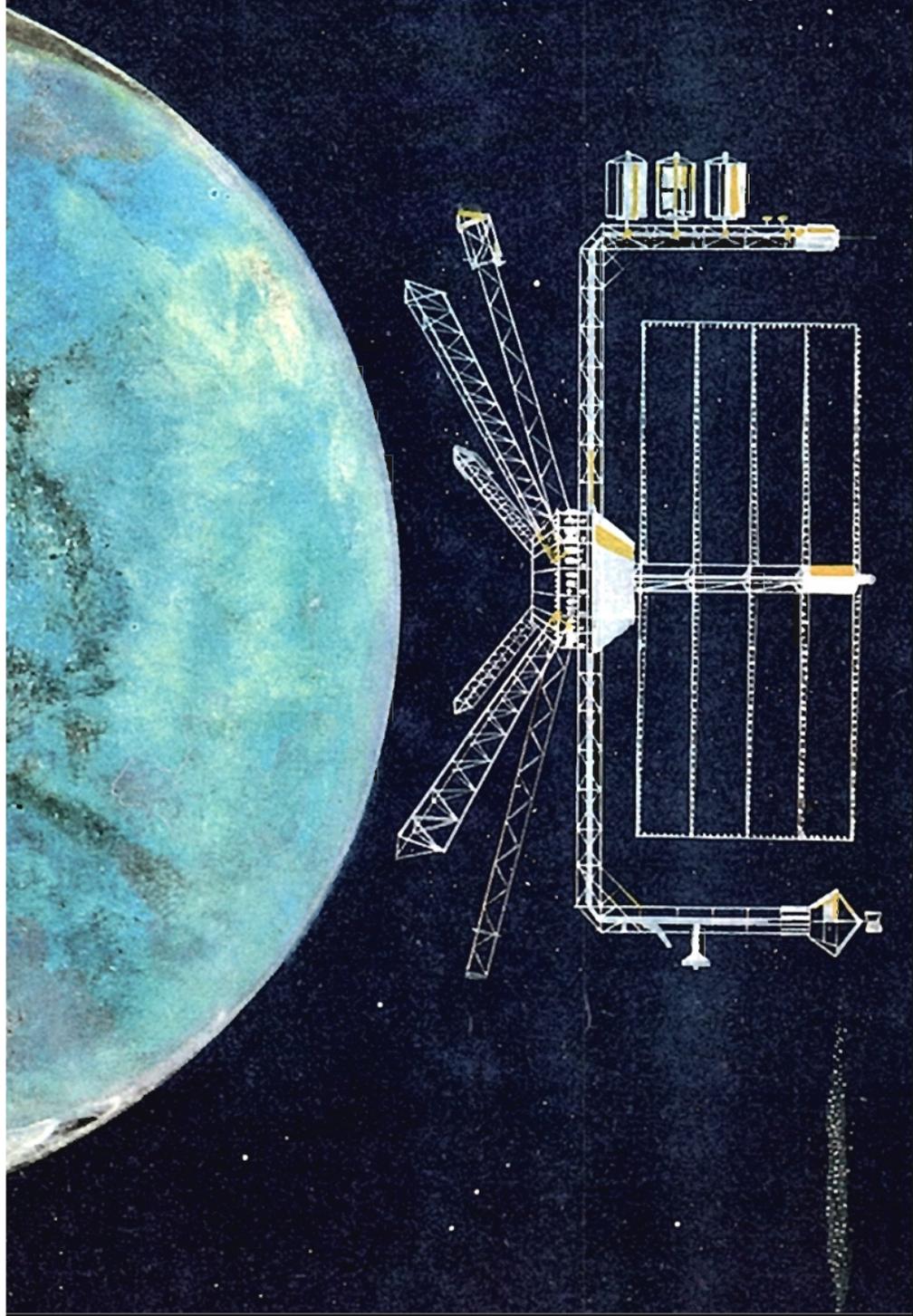
Seit längerem wird in verschiedenen Ländern, darunter in der UdSSR, in Frankreich, in den USA, intensiv an der Lösung der gesteuerten Kernfusion gearbeitet. Im Prinzip handelt es sich hierbei darum, den Prozeß nachzuahmen, der im Innern unserer Sonne abläuft. Als Brennstoff wird für Fusionsanlagen ein Isotop des Wasserstoffs, das Deuterium, benötigt. Da es in den Weltmeeren praktisch

unbegrenzt vorkommt, könnte der Energiebedarf der Menschheit unter Anwendung der Fusionsreaktoren für etwa eine Million Jahre gedeckt werden. Allerdings sind Fusionsreaktoren heute noch nicht unmittelbar in Sicht. Die Forschungen sind kompliziert und langwierig. Der sowjetische Lenin- und Nobelpreisträger Akademienmitglied Nikolai G. Bassow (geb. 1922), der in der UdSSR auf diesem Gebiet arbeitet, erwartet den Einsatz von Prototypen solcher Fusionsreaktoren zu Beginn des kommenden Jahrhunderts. Daneben gibt es noch zahlreiche andere, bisher wenig oder gar nicht genutzte Energiereserven, wie z. B. die Erdwärme, die Sonnenenergie und die Windenergie. Insbesondere die auf die Erde gelangende Sonnenenergie besitzt ein gewaltiges Ausmaß. In nur zehn Minuten empfängt unser Planet soviel Energie von der Sonne, wie auf der Erde innerhalb von sechs Monaten erzeugt und verbraucht wird. Das für die Nutzung von Sonnenenergie erforderliche Wissen ist bereits heute zum großen Teil vorhanden. Da die Raumheizung der Haushalte etwa 50% der insgesamt in Haushalten verbrauchten Energie während des Winterhalbjahres ausmacht, würde die Umstellung der Heizung auf Sonnenenergie bereits einen wesentlichen Effekt bringen. Jedoch besteht eine starke Abhängigkeit der Wirksamkeit solcher Anlagen von ihrer geographischen Lage, so daß Sonnenenergieanlagen nicht überall auf der Welt in gleichem Maße zweckmäßig sind. Auch bereitet die relativ geringe Energiedichte der Sonnenenergie den Fachleuten Sorgen. Aber auch hierfür gibt es Lösungsmöglichkeiten.

Insgesamt muß man sich die Umstellung auf neue Energiereserven, unter denen in der nächsten Zukunft zweifellos die Kernenergie dominiert, als einen *Prozeß* vorstellen und nicht als einen binnen kurzer Frist zu erreichenden Wandel. Doch mit der Realisierung dieses Prozesses muß jetzt begonnen werden. Niemand verschweigt, daß auch mit den Kernkraftwerken Probleme verbunden sind, denen man Aufmerksamkeit schenken muß. Aber diese Fragen sind nicht unlösbar.

Von einer hoffnungslosen Energiesituation kann alles in allem keine Rede sein.

Ein wahrscheinlich noch wichtigerer Beitrag zur Lösung



der heutigen Rohstoff- und Energieprobleme besteht in einem effektiveren Einsatz von Rohstoffen und Energieträgern. Sowjetische Wissenschaftler haben darauf hingewiesen, daß die Menschheit gegenwärtig nur etwa 1% der Masse nutzbar gemachter natürlicher Ressourcen im Endprodukt tatsächlich verwertet. Räumt man dem rationelleren Einsatz von Rohstoffen und Energie den Vorrang vor der Vergrößerung der Rohstoffförderung ein, so kann man dieses ungünstige Verhältnis grundlegend verbessern. Angesichts der zunehmenden Schwierigkeiten der Rohstoffgewinnung, die mit ständig steigendem Aufwand – einschließlich wachsendem Energieeinsatz – verbunden ist, ist es wahrscheinlich leichter möglich, den Bedarf durch rationellere Verwendung von Rohstoffen und Energie zu decken. In allen sozialistischen Ländern ist daher der effektivere Einsatz von Material und Energie zu einer Hauptlinie der Zukunftsentwicklung erklärt worden. Auch in den kapitalistischen Ländern begreifen immer mehr Menschen, daß die bisherige Vergeudung dieser in begrenztem Umfang vorhandenen Naturschätze den Weg in eine glückliche Zukunft der Menschheit zwangsläufig verbaut. Namhafte Wissenschaftler stellen fest, daß die kapitalistische Marktwirtschaft in den hochentwickelten kapitalistischen Ländern längst dazu geführt hat, daß die »Mehrheit der Bevölkerung Güter zur Befriedigung von Scheinbedürfnissen konsumiert«. So erweise sich immer mehr, daß die Mehrheit der Menschen in einer Gesellschaft, die nur auf den »Konsum« ausgerichtet sei, keine Befriedigung mehr finde.

In der Zukunft kommt es darauf an, die Technik, vermittels derer der Mensch den Prozeß der Aneignung der Natur vollzieht, in grundlegend anderer Weise auf die Natur anzuwenden. Die bisherige Produktion und Technik verhält sich zur Natur vorwiegend extensiv: Der Natur werden große Mengen von Stoffen entnommen, die zu vorbestimmten Zwecken unter Anfall großer Mengen von Abprodukten verändert werden. Die gegenwärtigen Anwendungen, mit dem Ziel, unbeabsichtigte Nebenwirkungen auszuschalten oder gar rückgängig zu machen, können

aber nicht der generelle Weg für das künftige Verhältnis von Mensch und Natur sein. Vielmehr muß die Natur so behandelt werden, daß die regenerierenden Kräfte gefördert, der entnommene Stoff möglichst restlos aufgebraucht und die Abprodukte selbst ebenfalls der Produktion zugeführt werden. Mit anderen Worten: Man muß von den bisherigen *offenen* zu *geschlossenen* Stoffkreisläufen kommen. Dies ist sicherlich ebenfalls nur in einem länger dauernden Prozeß möglich, für den sich jetzt weltweit das entsprechende Bewußtsein herausgebildet hat oder herauszubilden beginnt. Diese Erkenntnis wird allerdings bei realistischer Betrachtung kaum etwas daran ändern, daß wir in der näheren Zukunft mit einer weiteren Verteuerung von Rohstoffen und Energieträgern zu rechnen haben und auch wachsende materielle Aufwendungen für den Umweltschutz zu leisten sind.

Von entscheidender Bedeutung bei der Lösung dieser Probleme sind die politischen Realitäten der Gegenwart. Die von bürgerlichen Futurologen – auch vom »Club of Rome« – meist vernachlässigte Tatsache, daß die Welt kein politisch homogenes Gebilde darstellt, sondern durch zwei grundverschiedene Gesellschaftsordnungen, Kapitalismus und Sozialismus, gekennzeichnet wird, hat entscheidende Bedeutung für alle Lösungsansätze auf diesem Gebiet. Es ist ein dringendes Gebot der Zeit, alle Reserven an menschlicher Produktivkraft für die Lösung dieser Probleme freizulegen, d. h. vor allem, den ins Unermeßliche gestiegenen Rüstungsausgaben energisch Einhalt zu gebieten. Die von der Sowjetunion eingeleitete und beharrlich verfolgte Politik der friedlichen Koexistenz zwischen Staaten unterschiedlicher Gesellschaftsordnung und der energische Kampf um die Beendigung des Wettrüstens sind daher auch unter dem ökologischen Aspekt der Zukunft der Menschheit von ausschlaggebender Bedeutung. Die Verausgabung von 400 Milliarden Dollar jährlich in der Welt für Rüstung kann angesichts der zahlreichen Probleme, vor denen die Menschheit heute steht, nicht länger hingenommen werden.

Damit erweist sich, daß die gegenwärtigen ökologischen Probleme in entscheidendem Maße gesellschaftlich bedingt sind. Ihre endgültige Lösung würde durch grund-

legende soziale Umgestaltungen herbeigeführt werden. Doch zunächst existieren zwei Gesellschaftsordnungen, die sich gemeinsam den dringlichen aktuellen Aufgaben zuwenden müssen.

## Kein Countdown in Sicht

Die Probleme, die hier nur skizzenhaft gestreift wurden, dulden keinen Aufschub. Die aus aller Welt fast täglich eintreffenden Nachrichten über Rohstoffkrisen, Energieengpässe, Umweltschäden, Bevölkerungszuwachs und Nahrungsmangel in großen Teilen der Erde machen uns darauf aufmerksam, daß die Orientierung der Menschheit auf die Lösung dieser Frage ein dringliches Anliegen darstellt, das nicht nur guten Willen erfordert, sondern auch erheblicher materieller Mittel bedarf. Angesichts dieser Aufgaben wird man es nicht als realistisch betrachten können, in den kommenden Jahren mit der Verwirklichung von O'Neills Aussiedlungsprojekten zu beginnen. Ein Blick auf die Entwicklung der Raumfahrt der letzten Jahre macht dies deutlich. Zwar ist die Raumfahrt heute in den Alltag der Menschheit eingezogen. Aber dies bedeutet zugleich, daß sie sich – im Vergleich zu anderen Disziplinen der Wissenschaft und der Technik – jetzt in einem geringeren Tempo entwickelt als in den ersten Jahren. Die finanziellen Aufwendungen für Raumfahrtunternehmen – dies ist eine Einsicht, die heute bei allen raumfahrttreibenden Nationen herrscht – müssen der allgemeinen Entwicklung des Bruttosozialprodukts angepaßt sein. Gerade in den USA sind ehrgeizige Unternehmungen der Raumfahrt schon mehrmals dem Rotstift der Finanziere zum Opfer gefallen – offensichtlich wegen anderer dringenderer Probleme. Erinnerung sei hier nur an solche Vorhaben wie das in der Erdumlaufbahn freifliegende 3-m-Teleskop der NASA (Large Space Telescope, LST) oder auch der viel diskutierte wiederverwendbare Raumtransporter Space Shuttle. Sie sind gegenüber den ursprünglichen Zeitplänen aus Kostengründen stark ins Hintertreffen geraten. Schon um die Mitte der sechziger Jahre war das LST konzipiert worden. Aber infolge der wachsenden Kosten gab es keine

Fortschritte. Als das Unternehmen dann wieder aufgegriffen wurde, dachte man an einen Start zu Beginn der achtziger Jahre. Inzwischen ist das Fernrohr kleiner projektiert, als ursprünglich gedacht. Der Durchmesser des Spiegels soll nur noch 2,4 m betragen, und an eine Inbetriebnahme ist frühestens 1984/85 zu denken. Der Raumtransporter sollte Mitte 1979 seine ersten Probeflüge in der Erdumlaufbahn ausführen. Auch dieser Zeitplan hat sich verschoben. Viele technische Detailprobleme wurden unterschätzt.

Auf den jährlichen Kongressen der Internationalen Astronautischen Föderation finden in den letzten Jahren regelmäßig Symposien über Weltraumindustrie und extraterrestrischen Lagerstättenabbau statt. Jedesmal sind sich die Experten über die prinzipiellen Lösungswege weitgehend einig. Die Kostenpläne und der Zeitablauf indessen werden zunehmend skeptischer beurteilt. Nun könnte man natürlich einwenden, daß ein Besiedlungsprogramm ohnehin nicht im Rahmen der mehr oder weniger heute schon routinemäßigen Weltraumaktivitäten durchgeführt werden könnte. Vielmehr wäre hierzu ein eigenes großangelegtes Programm erforderlich, das zunächst beschlossen und dann Schritt für Schritt realisiert werden könnte. In dieser Hinsicht haben nun aber die jahrelangen Bemühungen O'Neills und anderer Autoren, das Bewußtsein für dieses Problem zu entwickeln, aus gutem Grund so gut wie keinerlei Erfolge gehabt. In keinem Raumfahrtprogramm – sei es der USA oder der UdSSR oder irgendeines anderen Staates, selbst wenn es bis an die Wende dieses Jahrtausends reicht – sind Aussiedlungsprojekte ernsthaft vorgesehen. Ihre Inangriffnahme würde eine Umverteilung des Bruttosozialprodukts der Raumfahrtnationen bedingen, eine Maßnahme, die ein erhebliches Ausmaß besitzen würde und zu Lasten anderer wichtiger Positionen der Haushalte gehen müßte. Gewiß – man könnte meinen, daß die enormen Rüstungsausgaben gerade richtig verwendet würden, wenn man sie der Rüstung entzöge und solchen gigantischen, friedlichen Unternehmen wie der Aussiedlung zur Verfügung stellte. Aber die beharrlichen Anstrengungen der UdSSR und der anderen Staaten der sozialistischen Gemeinschaft, zu einer

Rüstungsbegrenzung und schließlich zu echter Abrüstung zu gelangen, brachten infolge der imperialistischen Bedrohungspolitik noch keine größeren Fortschritte. Wohl für jedermann ist deutlich geworden, daß wir der Lösung dieses wichtigen Problems der Menschheit keineswegs mühelos und überraschend schnell näherkommen werden. Es wäre also eine pure Illusion, auf plötzlich freiwerdende Mittel zu setzen. So werden wir uns den dringenden gegenwärtigen Problemen der Menschheit, worunter das Abrüstungs- und das Umweltproblem (im weiteren Sinne) den Vorrang besitzen, verstärkt zuwenden müssen, wenn wir auch weiterhin daran denken wollen, den Weltraum im Sinne der phantastischen Projekte O'Neills und anderer dereinst wirklich zu erobern. In letzter Instanz – und wir kommen darauf nochmals am Schluß dieses akzent-Bandes zurück – wird es von der Lösung dieser Probleme unmittelbar abhängig sein, ob wir uns überhaupt jemals zu den Sternen aufmachen werden oder nicht.

## Führt uns eine friedliche Zukunft zwangsläufig ins All?

Eine interessante Frage, die sich unmittelbar im Zusammenhang mit allen Aussiedlungsprojekten ergibt, lautet: Muß eine technische Zivilisation wie die unsere sich zwangsläufig zuerst die nähere und dann gar die weitere kosmische Nachbarschaft aneignen? Oder ist auch eine friedliche und langdauernde Entwicklung der Menschheit auf unserem Planeten ohne eine »kosmische Zukunft« denkbar?

Angesichts der bisherigen Entwicklung der Menschheit ist das tatsächlich schwer vorstellbar; es würde letztlich auf eine »Gleichgewichtsstrategie« hinauslaufen. Sämtliche Kennziffern der Menschheitsentwicklung müßten durch bewußte Aktionen eingefroren werden: Die Anzahl der auf der Erde lebenden Menschen könnte einen Maximalwert nicht überschreiten. Der Verbrauch an Ressourcen, Energie und Lebensraum der dann lebenden Menschen würde ebenfalls keinerlei wesentliche Veränderungen zulassen. Bestenfalls würde man nur noch Raumfahrt

betreiben, um einige dringend benötigte Rohstoffe aus dem Planetensystem abzubauen und zur Erde zu schaffen. Ein darüber hinausgehendes praktisches Interesse am Kosmos gäbe es nicht. Man müßte mit aller Gewalt daran arbeiten, aus der menschlichen Gesellschaft ein sich nicht mehr weiterentwickelndes »Paradies« zu machen. Eine solche Zukunftsvorstellung widerspricht aber jeder historischen Erfahrung und allen dialektischen Gesetzen. Es wäre eine Gesellschaft ohne Widerspruch und ohne Perspektiven.

Noch niemals, seit Lebewesen auf diesem Planeten existieren, hat es einen solchen Zustand gegeben. In der gesamten Menschheitsgeschichte beobachten wir – von zeitweisen und lokalen Abweichungen abgesehen – eine ständige Entwicklung aller Kennziffern, die z. T. exponentielle Wachstumsgesetze befolgt. Dennoch müssen wir uns der Tatsache stellen, daß die Ressourcen der Erde begrenzt sind. Man kann zwar mit gutem Recht gegen den Pessimismus westlicher Futurologen polemisieren. Aber bei dem Blick in eine fernere Zukunft wird man eingestehen müssen, daß es keine beliebigen Wachstumsraten der Menschheit für beliebige Zeiträume auf der Erde geben kann. Mit anderen Worten: So klug wir es auch immer anstellen – und daß wir es tun müssen, ist ein existentieller Zwang –, für alle Zeiten kann die Erde nicht die ausschließliche Heimat des Menschen bleiben. Vielmehr ist die Eroberung des Kosmos – auf lange Sicht – eine außerordentlich optimistische Perspektive für die Menschheit. Dieser Ansicht ist auch der bekannte sowjetische Astrophysiker Akademiemitglied Jossif S. Schklowski (geb. 1916). Zwar könne man, bezogen auf den Einzelfall, keine zwingende Aussage machen, doch stelle das Ausweichen in den Kosmos und die Aneignung seiner Gebiete für einen bestimmten Bruchteil kosmischer Zivilisationen die »Norm des Verhaltens« dar.

Schklowski argumentiert in dieser Hinsicht mit statistischen Überlegungen, indem er die Existenz mehrerer Zivilisationen unterstellt und deren mögliches Verhalten untersucht. Die Projekte von O'Neill und anderen hält Schklowski in diesem Zusammenhang durchaus nicht für unreal. Im Gegenteil: Er gibt sogar der Errichtung einer künstlichen Biosphäre um die Sonne in einer ferneren



*Jossif S. Schklovski*

Zukunft eine Chance, die nach dem Urheber dieser Idee als Dysonsphäre bezeichnet wird.

Schklovski schließt auf eine recht kurze Zeitskala der Expansion des Menschen in das Universum, sofern sie erst einmal in Gang gekommen ist, und nimmt an, daß sie exponentiell erfolgt, d. h., daß die Parameter der Expansion sich jeweils in gleichen Zeiten verdoppeln. Bei einer Verdopplungszeit von 15 Jahren kommt Schklovski für die Errichtung von Stationen mit einer Bevölkerung von etwa 10 Milliarden Menschen auf eine »Bauzeit« von 250 Jahren. Wegen des exponentiellen Wachstums sind die gesamten Ressourcen des Sonnensystems bereits in 500 Jahren erschlossen. Selbst wenn man Hemmnisse der Entwicklung mit einbezieht und ein nur recht langsames Wachstum von 1% pro Jahr annimmt, ist das Sonnensystem dennoch in 2500 Jahren erschlossen – jener Zeitspanne gleich, die auf der Erde von den ersten Hochkulturen der Babylonier bis zum Beginn des »Raumfahrtzeitalters« vergangen ist. Schklovski nennt eine solche Zivilisation in Anlehnung an eine bereits früher erfolgte Klassifikation von N. S. Kardaschew »Zivilisation Typ II«. Ihr wichtigstes Kennzei-

chen: Sie hat die Ressourcen des Sonnensystems erobert, im Unterschied zur »Zivilisation Typ I«, die lediglich die Vorräte des Ausgangsplaneten benutzt.

Natürlich müßte auch eine »Zivilisation Typ II« nach Ablauf einer bestimmten Zeit vor demselben Problem stehen wie zuvor schon die des Typs I. Wiederum würde ein gewaltiger Widerspruch zwischen der exponentiellen Entwicklung und den begrenzten Ressourcen klaffen. Und erneut könnte dieser Widerspruch nur durch ein weiteres Ausweichen in größere Raumtiefen gelöst werden, wenn man das Ende der Entwicklung der Menschheit als Alternative ausschließt. Für die Eroberung des gesamten Sternsystems als notwendige weitere Stufe der Entwicklung würden nach Schklowskis Angaben nur einige Millionen Jahre erforderlich sein, also eine Zeitspanne, die derjenigen gleichkommt, in der sich die gesamte Evolution des Menschen auf unserem Planeten abgespielt hat. Gemessen an der Zeitskala einer Galaxis, verläuft ein solcher Kolonisierungsprozeß also außerordentlich rasch.

Dies bestätigt eine Kolonisationsstudie des amerikanischen Wissenschaftlers Eric M. Jones vom Forschungszentrum in Los Alamos. Er nahm an, daß sich eine raumfahrttreibende Zivilisation anschickt, den Kosmos zu kolonisieren, und dabei infolge von Bevölkerungskontrolle eine »Emigrationsrate« produziert, die etwa den gegenwärtigen irdischen Bedingungen des Bevölkerungswachstums entspricht. Mit Sicherheit kann dann gesagt werden, daß die Vernunft sich etwa einer explosionsartigen Welle vergleichbar ausbreitet, jedoch mit einer Geschwindigkeit, die unterhalb der Schiffsgeschwindigkeit liegt. Durch die Bevölkerungskontrolle würde das Tempo noch erheblich herabgemindert. Jones sieht in der Besiedlung Nordamerikas zwischen 1700 und 1790 ein Modell für die Besiedlungsgeschwindigkeit und verweist darauf, daß damals etwas weniger als ein halbes Promille der Bevölkerung Europas ausgewandert sei. Raumkolonien sollten so lange Einwanderer aufnehmen, bis sie selbst neue Auswanderer haben. Dann würden sich die Kolonien mit etwa 15% der Schiffsgeschwindigkeit ausbreiten. Somit wäre unsere Galaxis unter der Annahme von Schiffsgeschwindigkeiten von etwa drei Lichtjahren pro Jahrhundert (das entspricht

dem Hundertfachen gegenwärtiger Raketengeschwindigkeiten) in einigen Millionen Jahren besiedelt.

Eine solche Zivilisation, die sich die gesamte Galaxis erschlossen hätte, zählt Schklowski zum Typ III.

Der Amerikaner Carl Sagan, gemeinsam mit Schklowski, Autor des Buches »Intelligentes Leben im Universum« (1966), benutzt als charakteristische Kennziffer für eine Klassifizierung von Zivilisationen die Gesamtmenge an Informationen, die eine Zivilisation speichert, also letztlich ihr Wissen. Information wird in Bit ausgedrückt, wobei ein Bit die in einer Ja-Nein-Antwort enthaltene Information beinhaltet. Unser Alphabet enthält 27 Buchstaben. Einschließlich der Satzzeichen, die wir verwenden, drücken wir uns folglich in unserer Schriftsprache durch etwa  $2^5$  Zeichen aus. Das entspricht 5 Bit je Zeichen.<sup>1</sup> Für ein Buch durchschnittlichen Umfangs können wir dann etwa 3 Millionen Bit als Informationseinheit ansehen. Da die größten Bibliotheken der Welt einige Millionen Bände besitzen, sind hierin um die  $10^{13}$  Bit enthalten.

Sagan schlägt nun eine Klassifikation der Zivilisationen vor, die folgende Kennzeichen aufweist: Gesamtmenge der Information  $10^6$  Bit: Typ A-Zivilisation. Die anderen Typen werden mit den weiteren Buchstaben des Alphabets bezeichnet und unterscheiden sich jeweils fortlaufend um eine Größenordnung (Faktor 10) in der Informationsmenge. Die menschliche Zivilisation der Erde würde demnach, entsprechend ihrem gegenwärtigen Entwicklungsstand, vom Typ H sein (einige  $10^{13}$  Bit Informationsmenge).

Und wie ist es um den Kontakt mit einer eventuellen extraterrestrischen Zivilisation bestellt? Abgesehen

<sup>1</sup> Durch fünf Fragen läßt sich ein Buchstabe des Alphabets einschließlich der verwendeten Zeichen ermitteln, wenn man folgende Frage-Strategie anwendet:

1. Frage: Befindet sich der Buchstabe in der ersten Hälfte des Alphabets? Antwort: Nein.

2. Frage: Befindet sich der Buchstabe in der ersten Hälfte der zweiten Hälfte des Alphabets? Antwort: Ja.

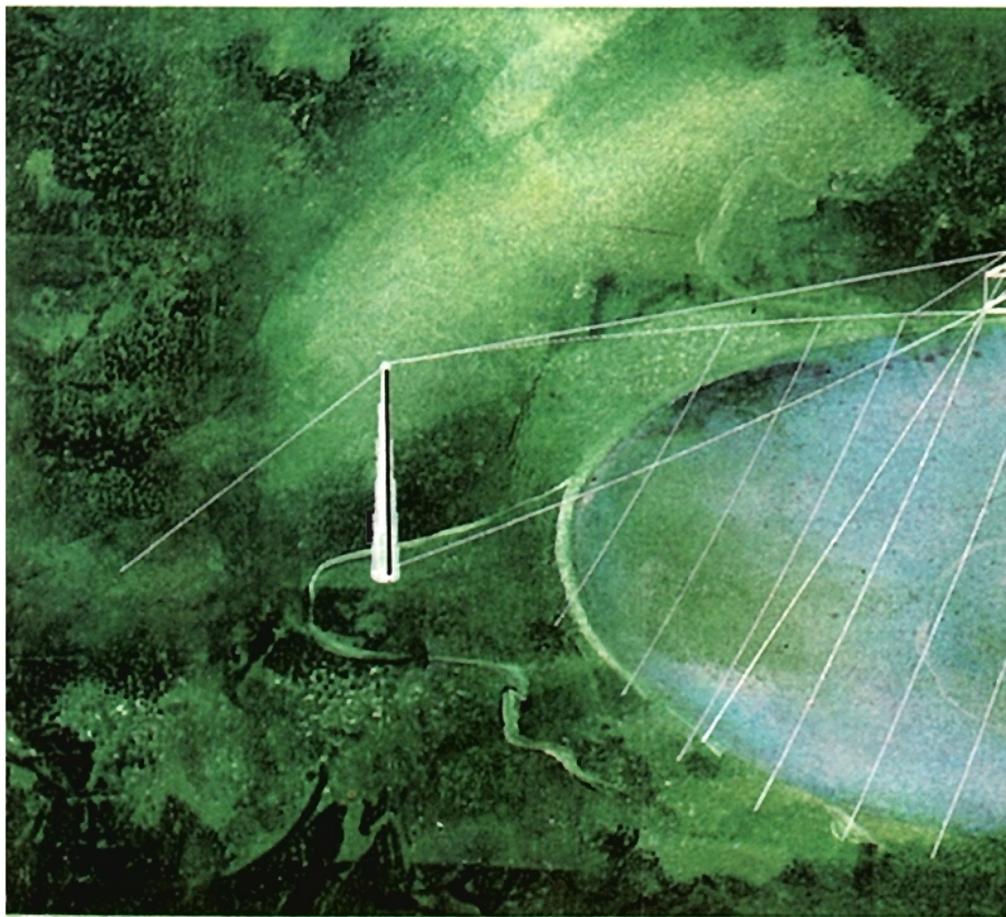
3. Frage: Befindet sich der Buchstabe in der ersten Hälfte der zweiten Hälfte des Alphabets? Antwort: Nein. Mit zwei weiteren Fragen läßt sich dann herausfinden, um welchen Buchstaben oder um welches Zeichen es sich handelt.

davon, daß wir für die Überwindung der gigantischen Entfernungen, um uns bemerkbar zu machen, eine viel größere Energiemenge aufwenden müßten, als wir gegenwärtig aufzubringen in der Lage sind, hat ein längeres »Abhören« der Tiefen des Alls bisher zu keinen Anhaltspunkten für eine etwaige Existenz einer derartigen Zivilisation geführt. Trotz dieser Bemühungen – allerdings seit historisch und erst recht »kosmisch« kurzer Zeit – haben wir bisher keinerlei Signale aus dem Weltall empfangen können, die künstlichen Ursprungs sind. Schklowski vertritt die Ansicht, daß uns die in kosmische Bereiche ausgedehnte Tätigkeit hochentwickelter Zivilisationen aber nicht verborgen bleiben könnte. Daher sei es sehr wahrscheinlich, daß sich in der weiteren kosmischen Nachbarschaft unserer eigenen Zivilisation keine weiteren genügend hochentwickelten Zivilisationen befinden und daß unsere irdische Heimat somit »einmalig« sei.

Diesem Schluß stimmen mehrere andere Gelehrte mit im Detail noch verschiedenartigen Zusatzargumenten zu. Sebastian von Hoerner vom Nationalen Radioobservatorium in Green Bank (USA) meint z. B., daß die Annahme, wir Erdenbewohner seien typisch für »evoluierte Lebewesen«, zu schwerwiegenden Widersprüchen führe; er geht davon aus, daß es bei Sicherung einer friedlichen Zukunft der Menschheit in nicht allzuferner Zukunft viele autarke Raumkolonien geben könnte, von denen letztlich eine Kolonisierungswelle in die Galaxis hinein ausgeht. Aus der Annahme, wir seien typische kosmische Lebewesen, folgt dann aber, daß auch anderswo ähnliche Prozesse stattgefunden haben müßten, und zwar schon vor langer Zeit. Andererseits ist aber heute klar, daß »alles irdische Leben einen gemeinsamen Ursprung hatte und sich hier auf unserem Planeten ohne jegliche äußere Intervention entwickelte. Menschen, Tiere, Pflanzen, Bakterien und Viren basieren alle auf derselben Chemie, den gleichen Aminosäuren und verwenden denselben komplexen genetischen Code. Die lange Entwicklungsgeschichte von den einfachsten bis zu den höchstorganisierten Lebensformen läßt sich zwanglos durch die Wirkung von Mutation und natürlicher Auslese erklären . . . Auch die Entwicklung menschlicher Intelligenz ist eine logische Konsequenz der

Evolution, da sie eine so wunderbar große und ökologische Nische wie die ganze Erde erschließt.« Auch ansonsten im Planetensystem seien offenbar niemals »auswärtige Siedler« aufgetaucht, da wir deren Spuren, etwa in Gestalt von industrieller Tätigkeit, inzwischen längst bemerkt hätten: »Dies zwingt uns zu dem deprimierenden Schluß, daß unsere Hypothese falsch war, daß wir also nicht typisch sind, daß sich Leben, Intelligenz und Technik nicht auch auf sehr vielen anderen Planeten entwickelten.« Wohl-gemerkt: Hoerners Hauptargument ist, daß die intergalaktische Kolonisationswelle uns im andern Fall längst erfaßt hätte und die Erde nicht von uns »Einheimischen«, sondern von (typischen) extraterrestrischen Siedlern bewohnt wäre. Auf die Frage, wie man sich das Fehlen solcher extraterrestrischen Wesen im Universum erklären könnte, gibt Hoerner mehrere Antwortvarianten: »Vielleicht ist die Bildung von reproduktionsfähigen chemischen Systemen so unwahrscheinlich, daß sie sich fast nie ereignet. Vielleicht ist Intelligenz so gefährlich, daß sie sich immer selbst zerstört. Soll eine Gesellschaft diese Krise überleben, so muß sie so straff organisiert und stabilisiert werden, daß jeglicher technischer Fortschritt unmöglich wird. Vielleicht verspürte bisher keine der ... Zivilisationen den Wunsch, die ganze Galaxis zu kolonisieren. Oder dann endeten solche Versuche immer in Katastrophen und wurden längst aufgegeben.«

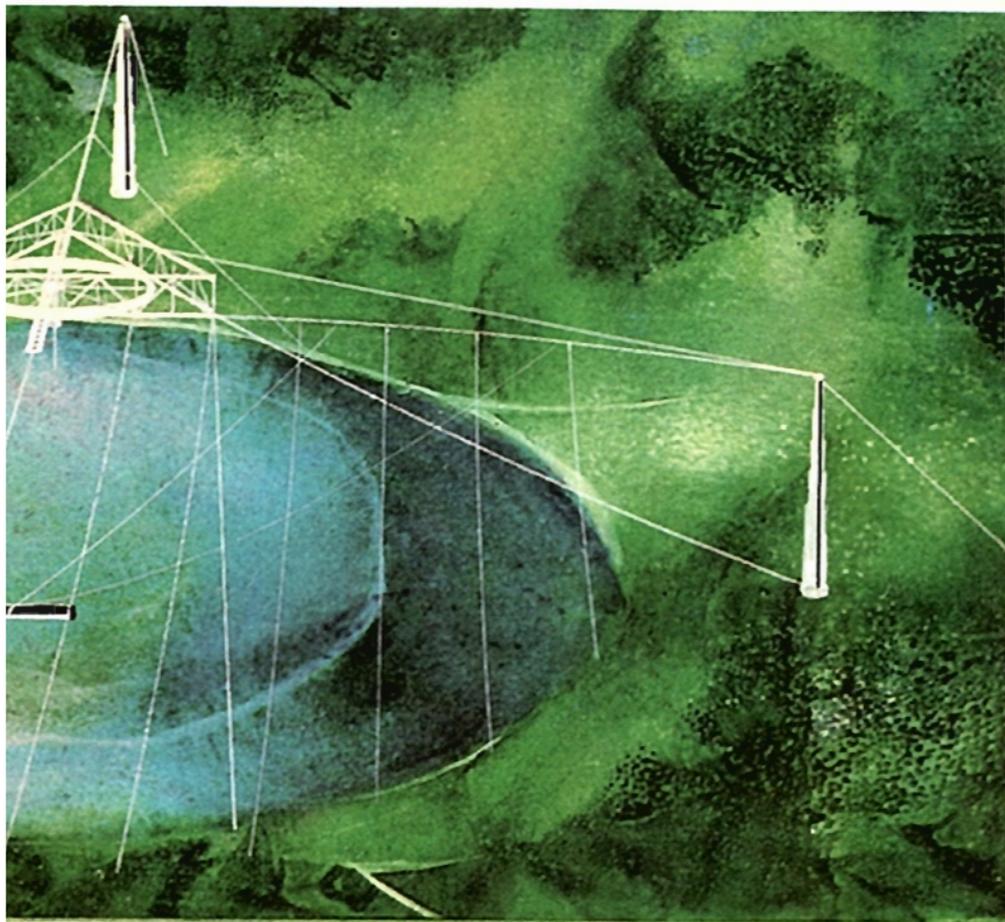
Sollte die Menschheit wirklich etwas im Kosmos weithin Einmaliges sein, so hätte diese Erkenntnis nicht geringe Bedeutung für uns. Schklowski weist beispielsweise für den Fall des tatsächlichen Fehlens hochentwickelter Zivilisationen in weiten Teilen des Weltalls auf die große moralisch-ethische Verantwortung der Menschheit gegenüber ihrer eigenen Zukunft hin: »Unerläßlich wächst dadurch der Wert unserer technologischen und besonders der humanen Errungenschaften. Das Wissen darum, daß wir sozusagen die Avantgarde der Materie ... sind, muß wie ein mächtiger stimulierender Faktor für die schöpferische Tätigkeit jedes Individuums und der gesamten Menschheit wirken. In gewaltigem Maße wächst die Verantwortung der Menschheit vor den vor uns stehenden außerordentlichen Aufgaben. Absolut klar wird die Unzulässigkeit atavisti-



*300-m-Teleskop von Arecibo*

scher sozialer Institutionen, sinnloser barbarischer Kriege, selbstmörderischer Zerstörung der Umwelt.«

Doch wie zwingend sind eigentlich die Schlüsse für die tatsächliche Einmaligkeit des Menschen im Weltall? Und wie zwingend sind die z. B. von Hoerner vorgebrachten Erklärungsversuche? So überzeugend diese Begründungen auch klingen mögen, sie sind keineswegs so stichhaltig, daß wir daraus eine eindeutige Antwort auf die Frage ableiten könnten, ob die Kolonisierung des Weltalls eine zwangsläufige Folge der Menschheitsentwicklung darstellt oder nicht. Schklowski räumt z. B. ein, daß alle seine Argumente über das Fehlen von »Wundern« letztlich keine »strengen Beweise für das Fehlen von Superzivilisationen« seien.



Der Hauptfehler, den wir in unserer Argumentation begehen, ist nach seiner Ansicht möglicherweise der, daß wir unsere gegenwärtigen Vorstellungen über die Zivilisation, die Wissenschaft, Technologie und Strategie in unzulässiger Weise auf so komplizierte Gebilde extrapolieren, wie sie nun einmal »Superzivilisationen« definitionsgemäß sein müßten. Schklowski verweist in diesem Zusammenhang auf uns heute lächerlich anmutende Fehlschlüsse bedeutender Gelehrter der Vergangenheit, die letztlich ähnliche Wurzeln haben wie unsere heutigen Schlüsse über die »Superzivilisationen«: Christian Huygens z. B., einer der bedeutendsten Gelehrten des 17. Jahrhunderts, glaubte an die Astrologie. Aus dem astrologischen Aberglauben, daß der Mond der Schutzpatron der Seefahrer sei, schloß Huygens auf gewaltige Hanfvorkommen an der Oberfläche

des Planeten Jupiter! Sein Argument: Jupiter besitze vier solcher »Schutzpatrone«, und Hanf sei für die Seeschifffahrt erforderlich, um Segel herzustellen.

Hoerner führt noch einen anderen, statistischen Grund dafür an, daß alle Argumente gegen das Vorkommen von hochentwickelten Zivilisationen und die dafür ausdenkbaren Erklärungen letztlich nicht überzeugen können: das »Problem der großen Zahlen«. Angesichts der gewaltigen Anzahl von Sternen in der Galaxis – etwa 100 Milliarden – müßte es auch eine unermeßlich große Zahl von Planeten geben, worauf die astronomischen Beobachtungsdaten auch hinweisen. Sollte tatsächlich nur einer dieser möglicherweise 1 Milliarde Planeten bewohnbar sein? Entwickelt sich Leben nur ein einziges Mal in 4 Milliarden Jahren auf 1 Milliarde Planeten?

Für das Problem der großen Zahlen schlägt er dann eine mehr als exotisch anmutende Hypothese vor, die alle Schwierigkeiten mit einem Schlag beseitigen würde: Im Laufe der Jahrtausenden andauernden Entwicklung haben sich tatsächlich weit fortgeschrittene Superzivilisationen entwickelt, die so miteinander in Kommunikation traten, daß sie letztlich eine Superzivilisation bildeten. In diese Superzivilisation platzen wir gleichsam wie »Neuankömmlinge« hinein, und die etablierten Mitglieder der Superkultur müssen erst durch Untersuchungen feststellen, ob wir würdig sind, dort als Mitglieder aufgenommen zu werden.

So abwegig diese Hypothese auch sein mag, immerhin muß man es für möglich halten, daß hochentwickelte Zivilisationen bestehen, ohne daß wir von deren Existenz etwas bemerken. Blicken wir in der Menschheitsgeschichte nur um einige Jahrhunderte zurück und von diesem Standpunkt der Vergangenheit auf die Errungenschaften unserer heutigen Welt, so müssen wir wohl manches technische Ergebnis der Jetztzeit zwangsläufig als ein »unverständliches Wunder« betrachten. Für viele Errungenschaften fehlte uns völlig der Sinn. Ein zentralafrikanischer Stamm, der sich durch Trommeln verständigt, würde das Fehlen von Trommelsignalen natürlich als Hinweis auf das Fehlen anderer Stämme ansehen. Daß er von einer verwirrenden Vielfalt elektromagneti-

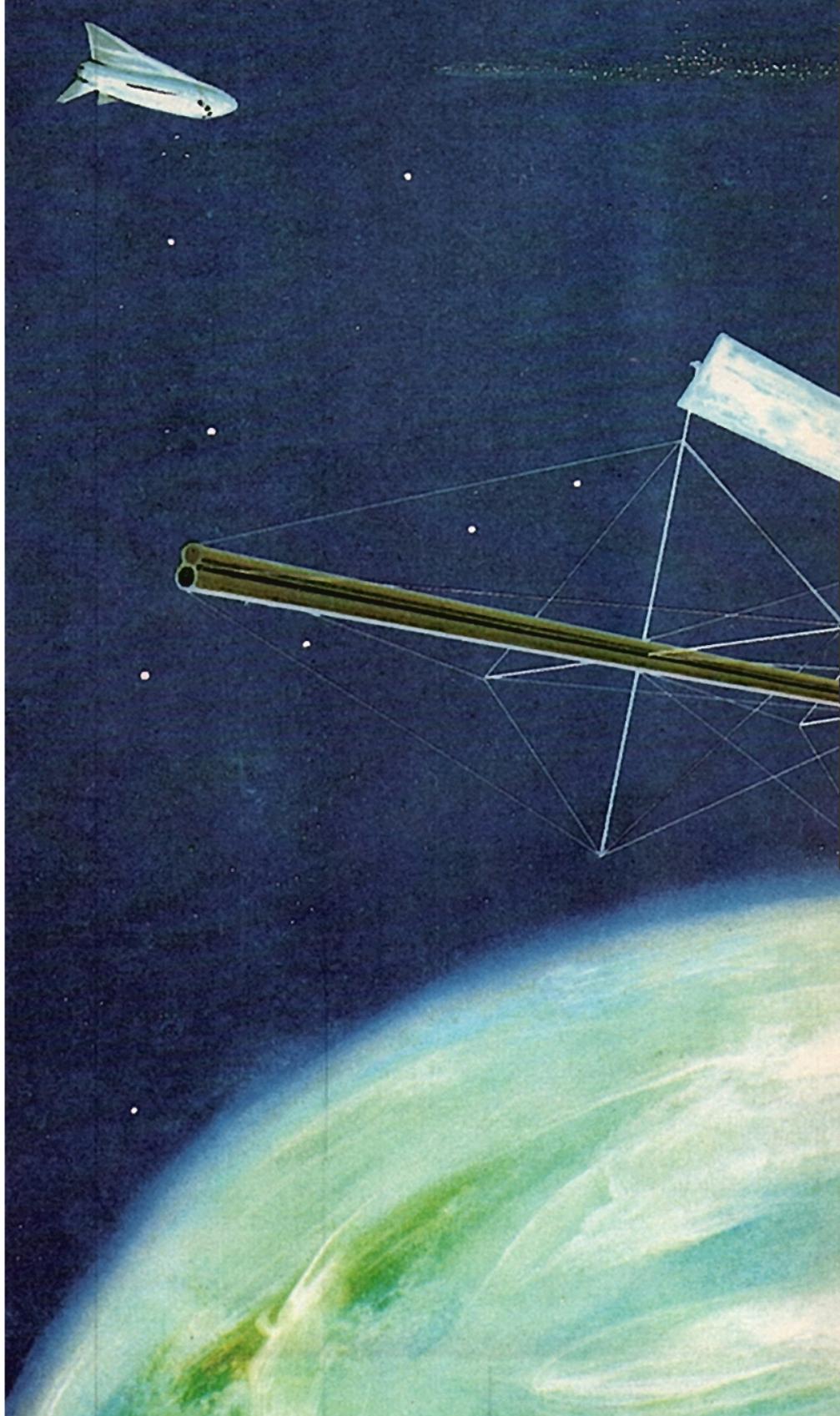
scher Wellen umgeben ist, die letztlich »Trommelsignale« weit fortgeschrittenerer Gesellschaften darstellen, müßte ihm verborgen bleiben. Zivilisationen, die Hunderte oder gar Tausende Jahre mehr »auf dem Buckel« haben als wir, werden sich wohl ebenfalls schlecht mit unseren Maßstäben messen lassen. Und ob es sehr klug ist, anzunehmen, der interstellare oder intergalaktische Informationsaustausch vollziehe sich genau auf dem Wege, den wir gerade neuerdings beherrschen, darf wohl angezweifelt werden. Vielmehr könnten wir uns durchaus ebenfalls in der Lage eines »Trommlers« befinden, der die Signale der »Nichttrommler« überhört.

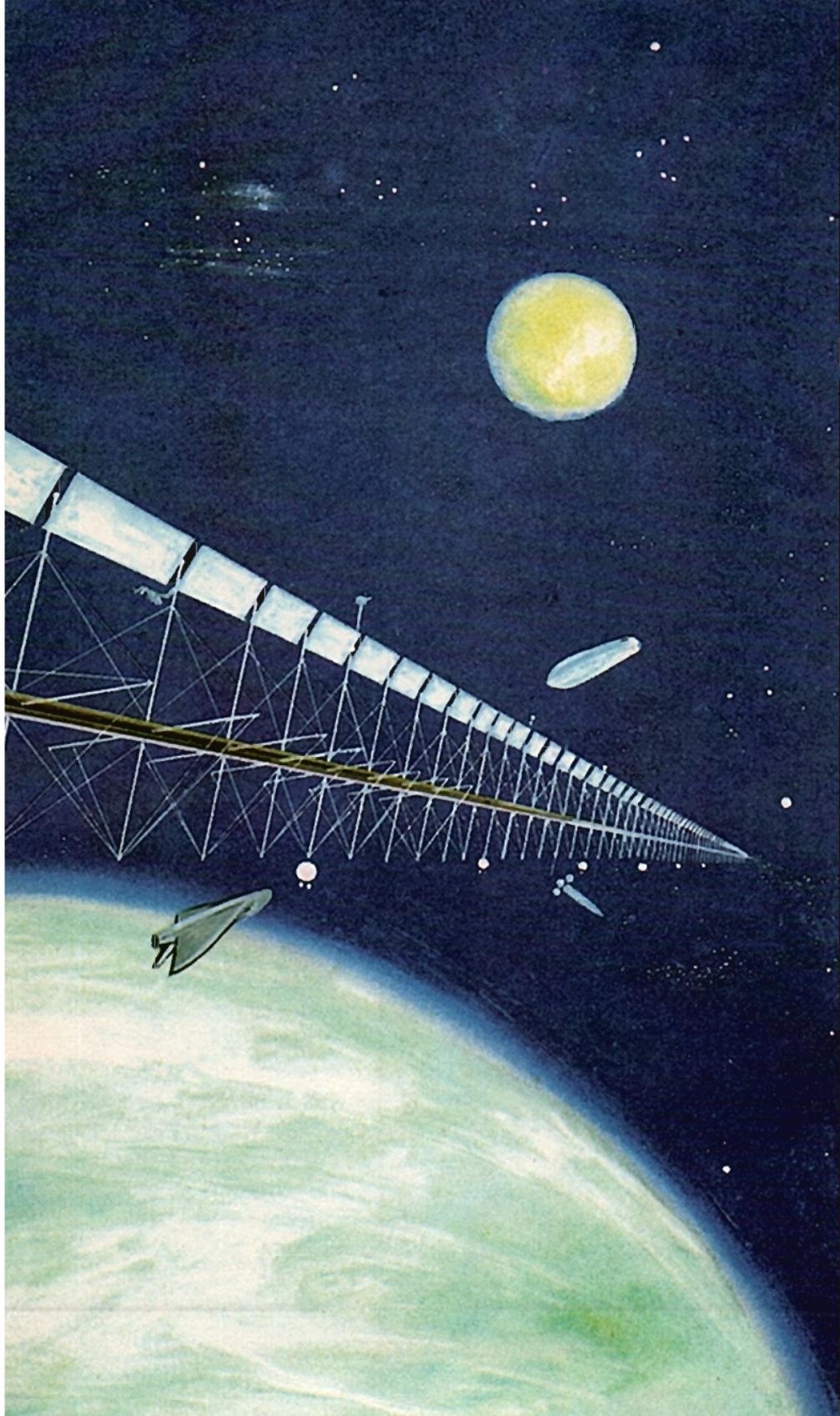
Sagan denkt z. B. in diesem Zusammenhang an die »Modulation von Röntgenstrahlensternen, Schwerkraftwellen, Neutrinos« oder an »Übertragungskanäle, von denen man auch in Jahrhunderten auf der Erde noch nicht einmal träumen wird«. Er hält es auch für möglich, daß bereits zahlreiche Botschaften bei uns eingetroffen sind, die in uns völlig vertrauten Umständen verborgen liegen, aber von uns bisher nicht erkannt werden. Letztlich entspricht diese Denkmöglichkeit dem Hinweis von Schklovski, daß wir möglicherweise bei der Suche durch Extrapolation irdischer Verhältnisse zu eng verfahren – und letztlich gar nicht anders können.

Schklovskis »Wunder« – auf natürlichem Wege nicht erklärbare Phänomene im Weltall, die auf die Existenz intelligenter Wesen zurückzuführen sind – haben wir nicht gefunden. Oder? Das Weltall bietet uns eine ganze Fülle von Phänomenen, die uns gegenwärtig kaum verständlich sind. »Solange wir diese Erscheinungen nicht verstehen, können wir nicht ausschließen, daß es sich um Anzeichen von Aktivitäten extraterrestrischer Intelligenz handelt«, meint Sagan. Natürlich ist er genötigt, sogleich hinzuzufügen: »Andererseits sind sie natürlich keineswegs ein Beweis für die Existenz extraterrestrischer Intelligenz ...«

Kehren wir noch einmal zum Ausgangspunkt unserer Betrachtungen zurück. Wir wollten wissen, ob es im Universum irgendwelche Anzeichen gibt, die uns Men-

*Abb. auf S. 120/121: 15 km langes Satelliten-Sonnenkraftwerk*





schen bei der Beantwortung der Frage nach der Unausweichlichkeit der Expansion der Menschheit in den Kosmos hinein helfen könnten. Der sichere Nachweis der Existenz von Zivilisationen fortgeschrittener Typen im Sinne der Klassifikation von Schklowski, Kardaschew oder Sagan wäre eine solche Antwort. Auch sie würde uns aber keine Gewißheit geben, da man aus dem Vorhandensein einer Umgestaltung kosmischer Bereiche durch fremde Zivilisationen noch nicht zwingend ableiten kann, daß dies eine Gesetzmäßigkeit für die Entwicklung aller Zivilisationen ist, die Raumfahrt betreiben.

In seinem Buch »Kontakt mit den Sternen« gibt R. Breuer (BRD) der Gewißheit Ausdruck, daß Zivilisationen wie die Menschheit »einmal in ihrer Entwicklungsgeschichte eine ... Phase erreichen, in der sich praktisch entscheidet, ob Raumfahrt jemals praktiziert werden wird«. Er vertritt die Ansicht, daß sich die Menschheit gerade heute in dieser Phase befindet. Sollte die Menschheit – so meint der Autor – in ihrer Entwicklung auf irgendeine Art zurückgeworfen werden, dann wäre sie praktisch nicht mehr in der Lage, diesen Anlauf noch einmal zu schaffen: »Die wenigen, dann noch vorhandenen fossilen und metallischen Rohstoffe würden für weit wichtigere, rein irdische Zwecke benötigt als etwa für Raumstationen und Raumschiffe. Dann nützt es auch nicht mehr, auf die ungenutzten Metallvorkommen auf dem Mond oder den Asteroiden zu schießen. Es wird dann die Raketen nicht geben, die das Minimum von 20 000 Tonnen Geräte ... zum Mond schaffen, um dort überhaupt ... mit einem Abbau anfangen zu können.« In dieser Prognose steckt ein wahrer Kern: Nur eine friedliche Entwicklung der Menschheit bei gleichzeitiger Lösung der anstehenden, nicht unkomplizierten Aufgaben garantiert auch eine Weiterentwicklung des ehrgeizigen Unterfangens Raumfahrt. Doch die Entscheidung darüber ist den Menschen selbst auferlegt. Der Kosmos schweigt zu dieser Frage. Auch hierin drückt sich die große Verantwortung aus, die wir selbst für unsere Zukunft übernehmen müssen, gleichviel ob diese bis auf weiteres irdisch bleibt oder schon in wenigen Jahrhunderten »kosmisch« werden sollte.

## Aussiedlung – eine soziale Pille?

»Ich gehe in meinem Projekt von humanitären Überlegungen aus«, versichert O'Neill in seinem bereits mehrfach zitierten Buch, und wer wollte daran zweifeln. Doch dann fügt er hinzu: »Jeder technische Fortschritt kann tiefgreifende Änderungen im sozialen Gefüge bewirken, und deshalb beschränke ich mich auf Möglichkeiten, die die Freiheit der menschlichen Lebensgestaltung fördern.« Auch an dieser Tatsache ist nicht zu zweifeln. Doch die Betonung liegt auf *kann*, und man darf dieses Wörtchen keineswegs ersetzen durch *muß*. Die bisherige Geschichte der Produktivkräfte hat eine erdrückende Fülle von Beispielen dafür parat, wie technische Fortschritte sich gegen die Menschen auswirkten, statt ihnen zu dienen und ihr Leben zu verbessern. Und auch gegenwärtig tritt uns die Technik in globalem Maßstab mit einem Januskopf entgegen: In den hochentwickelten kapitalistischen Industriegesellschaften verursacht ihr Fortschreiten Unsicherheit, Angst um Arbeitsplätze bis zur Zukunftsvision von Menschen, die unter der Knechtschaft der Technik stehen. In den sozialistischen Staaten bewirkt die fortschreitende Technisierung zunehmend besser die Befriedigung gesellschaftlicher und individueller Bedürfnisse. Dabei ist unverkennbar, daß soziale Problemstellungen in letzter Instanz die technischen Fortschritte bedingten und nicht technische Fortschritte soziale Umwälzungen zur Folge hatten. Insofern mag zwar die Absicht O'Neills durchaus ehrenwert sein, es fragt sich nur, ob sie überhaupt realisierbar ist. Daß soziale Zusammenhänge, die in einem langen historischen Prozeß hier auf der Erde entstanden sind, durch die »Flucht« ins Weltall nicht außer Funktion gesetzt werden können, wird uns nicht allein durch theoretische Überlegungen vor Augen geführt, sondern auch durch handfeste Äußerungen von sozial determinierten Erdenbürgern. Ein Komitee des amerikanischen Kongresses beispielsweise setzt sich aus solchen Personen zusammen. Das Ergebnis der Beschäftigung dieses Komitees mit den Ideen O'Neills klingt allerdings weitaus weniger freundlich als die Ansichten des Projektemachers. In einer dreibändigen Studie forderte das Komitee die Militärs der

USA auf, das Projekt doch einmal auf seine Verwendbarkeit für strategische Stützpunkte zu überprüfen. Eine Westberliner Zeitung räsonierte unlängst in diesem Zusammenhang: »Anstelle friedlicher Weltraumbauern würden dann stramme Kosmos-Gardisten zum Dienst in den Kolonien abkommandiert. Nicht friedliche Ziegen und gackernde Hühner . . . belebten dann den künstlichen Stern, sondern atomare Fernraketen würden ihre drohenden Zielaugen auf den Heimatplaneten richten. Von O'Neills Traum bliebe kaum etwas übrig.«

In der Tat: Träume sind das eine, politische Realitäten das andere. Bei aller Produktivität von Träumen können Realitäten durch sie nicht außer Kraft gesetzt werden. Ob man dies nun bedauert oder nicht, ist ohne Belang.

»Vielleicht wird die Kolonisierung des Weltraums dazu führen«, merkt O'Neill an, »daß kein Staat mehr fremdes Gebiet zu erobern trachtet, weil ja dann unermessliche Weiten erschlossen werden . . .« Ein Blick auf die wahren Ursachen der Kriege der Menschheitsgeschichte zeigt, daß sich Kriege auf diese Weise nicht aus dem Leben der Völker verbannen lassen. Auch das Leben in den Raumkolonien muß schließlich sozialökonomisch organisiert werden. Nur ein besonderes Maß an Naivität kann zu der Annahme verführen, daß die selbst von bürgerlichen Gelehrten geschilderten und erkannten Folgen kapitalistischer Produktionsweise nur hier auf der Erde zutage treten, im Weltall aber verschwinden. Auch für Gesellschaftsgesetze gilt die Binsenweisheit, daß dieselben Bedingungen zu denselben Resultaten führen. Die von O'Neill formulierte Alternative: »Entweder wir bauen Weltraumkolonien . . . oder wir bleiben auf der Erde, wo . . . die Gefahr von Kriegen immer größer wird«, ist also unzutreffend und irreführend. Dies zeigt sowohl die Erwägung militärischer Verwendung von Raumkolonien als auch die Äußerung eines Futurologen, daß große Raumsiedlungen niemals »auf der Basis staatlicher Finanzierung« entstehen könnten, sondern nur durch private Investoren und die Großindustrie. Für die westlichen Futurologen scheint es klar zu sein, daß Raumkolonisierung nur von Exponenten kapitalistischer Staaten begonnen werden kann. Wie weitsichtig sind demgegenüber doch die



*Blick in ein Habitatbüro*

Phantasien Ziolkowskis, der schon vor einem Dreivierteljahrhundert in bezug auf Raumkolonien von internationalen Besatzungen sprach – ein Umstand, der allerdings auch unmittelbar auf die erforderliche friedliche Zusammenarbeit zwischen den Staaten hinweist!

Bereits heute existiert ein mühsam erarbeitetes international gültiges Weltraumrecht, in dem Grundsätze des Völkerrechts in geeigneter Weise auf den Weltraum angewendet werden. So werden beispielsweise die Himmelskörper als »gemeinsames Erbe der ganzen Menschheit«, d. h. aller Völker und Staaten, betrachtet. Eine künftige Nutzung der Ressourcen des Mondes durch einzelne Konzerne kapitalistischer Staaten ist folglich ausgeschlossen. Ebenso soll die Nutzung des Weltraums ausschließlich friedlichen Zwecken vorbehalten sein.

Doch die Kolonisierungstheoretiker bauen noch an weiteren Luftschlössern, wenn sie die Vorteile des Lebens im Weltall schildern. So meint z. B. O'Neill, daß sich im »Lebensraum des Alls« Inflationen sehr wahrscheinlich vermeiden lassen. Seine Begründung: Inflationen ent-

stunden »durch ständig steigende Nachfrage bei einem immer geringeren Warenangebot«. Und: »Hier auf der Erde gibt es einen Inflationsdruck klassischer Spielart – steigende Nachfrage bei abnehmendem Güterangebot –, den wir in seiner Auswirkung täglich beobachten können. Mit dem Ansteigen der Bevölkerungsdichte schnellen die Bodenpreise unweigerlich in die Höhe.« Davon könne im Weltraum wohl nicht die Rede sein, da genügend Raum zur Verfügung stehe. Wie man sieht, beruft sich O'Neill hier auf gesellschaftliche Wirkprinzipien der kapitalistischen Ordnung. Kein Wort davon, daß die Wirtschafts- und Finanzpolitik der kapitalistischen Staaten selbst die Inflation herbeiführt und folglich die Gründe für eine Inflation solange vorhanden sind, wie die kapitalistische Ordnung selbst noch existiert. Vielleicht liegt aber doch etwas Ahnung davon in den relativ vorsichtigen Formulierungen O'Neills, denn – so schreibt er in seinem Buch – sollte es trotzdem im Weltraum zur Inflation kommen, so zeige dies nur, »daß die Hauptursachen der Inflation psychologischer und nicht materieller Art« seien.

Ähnlich illusionistische Vorstellungen werden von O'Neill und anderen Autoren hinsichtlich der Regierungsformen der Weltraumhabitate genährt. Sie liegen jenseits jeder historisch gewachsenen Sozialordnung. In einem fiktiven »Brief aus dem Weltraum« erklärt einer der gedachten Bewohner von Lagrangia: »Ihr habt nach unserer Regierung gefragt. Sie ist von Wohnkolonie zu Wohnkolonie verschieden. Alle Weltraumhabitate unterstehen der Rechtsprechung der Energie-Satelliten-Korporation (ESKO), die in den achtziger Jahren im Rahmen der UNO gegründet wurde. Die ESKO läßt erfreulicherweise die Zügel recht großzügig schleifen, solange die Produktion gut läuft und hohe Gewinne abwirft ... In unseren Kolonien gibt es fast so viele Lokalregierungen wie Volksgruppen; wir haben uns für das System der Einwohnerversammlung entschieden. Ein solcher Versammlungsmechanismus kann in einer Stadt von immerhin 10 000 Einwohnern nur deshalb funktionieren, weil wir alle zuviel Arbeit haben, um uns auch noch um Wahlkämpfe zu kümmern. Hinzu kommt, daß die Verantwortlichen Handlungsfreiheit brauchen, um für das reibungslose Funktionieren aller Ein-

richtungen des Habitats zu sorgen und damit unser Überleben zu garantieren.« In ihrer grenzenlosen Naivität erinnern diese Vorstellungen an die durch die Geschichte längst widerlegten utopischen Sozialisten. In wessen Händen sich die Produktionsmittel auf Lagrangia befinden, davon finden wir allerdings kein Wort. Lagrangia wäre sozusagen sozialökonomisches Niemandsland. Der Himmel der Religion – am tatsächlichen Firmament auf phantastische Weise errichtet und somit letztlich ein neuer religiöser Himmel! Daß die realen sozialen Bedingungen durch Raumfahrtprojekte nicht aufgehoben werden können, sehen allerdings auch bürgerliche Wissenschaftler immer deutlicher. So schreibt z. B. der bekannte Futurologe Robert Jungk: »Der Staat (gemeint sind hier die USA, D. B. H.) duldet und finanziert wissenschaftliche Pionierpläne, weil er sich davon militärische Vorteile verspricht. Aber jeden Augenblick könnte der Widerspruch, in dem die Forscher und Ingenieure leben, aufbrechen. Es müßte nicht einmal gleich der Krieg kommen, um eine solche Krise heraufzubeschwören. Es brauchte nur eine der beiden Großmächte zur anderen zu sagen: ›Wir werden nicht dulden, daß ihr Satelliten mit Beobachtungsgeräten in den Weltraum schickt, mit deren Hilfe ihr uns beobachten und kontrollieren wollt‹ . . . Dann nämlich würde den Menschen vielleicht klarwerden, daß sie mit all ihrer exakten und akkuraten Technik doch höchst unrealistisch waren, als sie in der Mitte des 20. Jahrhunderts nach anderen Himmelskörpern griffen, ehe sie auf ihrem eigenen Planeten eine vernünftige Ordnung geschaffen hatten.« Wie zutreffend diese Einschätzung letztlich ist, zeigen die großen Anstrengungen, die von den Nationen zur Schaffung eines der friedlichen Forschung dienenden Weltraumrechts erbracht werden müssen, wofür sich insbesondere die Sowjetunion seit Beginn der praktischen Raumfahrt energisch einsetzt. Weltraumrecht aber wird auf der Erde von Menschen gemacht und spiegelt ebenso die Interessen von Klassen wider wie jedes andere Recht auch. Es ist also nichts als eine demagogische Illusion, wenn z. B. das Science-fiction-Magazin »Andromeda« seinen Lesern glauben machen will: »Den meisten Menschen, die vollkommen zu Recht nach einer Lösung unserer Probleme auf

der Erde verlangen, ist noch nicht klar, daß nur die Welt-  
raumfahrt zu einer solchen dauerhaften Lösung führen  
kann.« In Wirklichkeit gibt es keine Flucht in den Kosmos,  
die nicht zuletzt zeigen würde, daß der Mensch – wie Jungk  
weiter schreibt – »das All nicht beherrschen kann, solange  
er nicht sich selbst und seinesgleichen beherrschen  
wird«.

Schklowski hat es deutlicher gesagt: Die Eroberung des  
Planetensystems im Sinne der Errichtung von Raum-  
kolonien ist die Aufgabe der Menschheit nach dem welt-  
weiten Aufbau des Kommunismus auf der Erde! Kühne  
und kühnste Projekte der Menschheit – wozu die Besied-  
lung des uns umgebenden kosmischen Raumes zweifellos  
gehört – lassen sich also keineswegs widerspruchsfrei  
realisieren und schon gar nicht automatisch. Die tiefe  
Dialektik dieses Prozesses besteht darin, daß dieselben  
Probleme, die eine künftige Nutzbarmachung des Welt-  
raums motivieren, sich ebenso zum größten Hindernis ihrer  
Verwirklichung auswachsen können. Dies zu verhindern,  
ist eine bedeutsame Aufgabe für die fortschrittlichen  
Kräfte der Menschheit. Sie erfordert, die größten Ge-  
brechen der menschlichen Gesellschaft wie Krieg, Hunger  
und soziale Ungerechtigkeit zu beseitigen. Die Aussiedlung  
löst diese Probleme nicht in dem einfachen Sinn, daß wir  
sie hier auf der Erde zurücklassen könnten. Die gewaltige  
Entwicklung der Produktivkräfte, die das Aussiedlungs-  
projekt erfordert, muß hier auf der Erde realisiert werden,  
und dies wird nicht möglich sein, wenn ein ständig größerer  
Teil der Resultate menschlicher Arbeit der Aufrüstung  
zufließt. Vielmehr müssen alle Mittel und Kräfte frei-  
gesetzt werden, die heute noch der Aufrechterhaltung  
gesellschaftlicher Gebrechen der Menschheit dienen. Wie  
stets in der Geschichte der Menschheit, so erweist sich  
auch hier, daß der Kampf um wissenschaftlichen und  
technischen Fortschritt letztlich vom Kampf um sozialen  
Fortschritt nicht zu trennen ist. Haben wir eine Gesell-  
schaft, die nach einem Gesamtwillen und nach einem  
Gesamtplan geleitet wird, in der die freie Entwicklung  
eines jeden zur Bedingung für die freie Entwicklung aller  
geworden ist, mag Lagrangia greifbarer sein als heute.

»akzent« – die Taschenbuchreihe  
mit vielseitiger Thematik:  
Mensch und Gesellschaft,  
Leben und Umwelt, Naturwissenschaft  
und Technik. – Lebendiges Wissen  
für jedermann, anregend und aktuell,  
konkret und bildhaft.

---

**Weitere Bände:**

Farkas, Veränderliche Tierwelt  
Rook, Oldtimer der Flüsse und Meere  
Peters, Mensch und Tierwelt  
Petrik, Kurioses aus der Technik  
Marquart, Raumstationen  
Brentjes, Rätsel aus dem Altertum  
Nichelmann, Licht und Leben