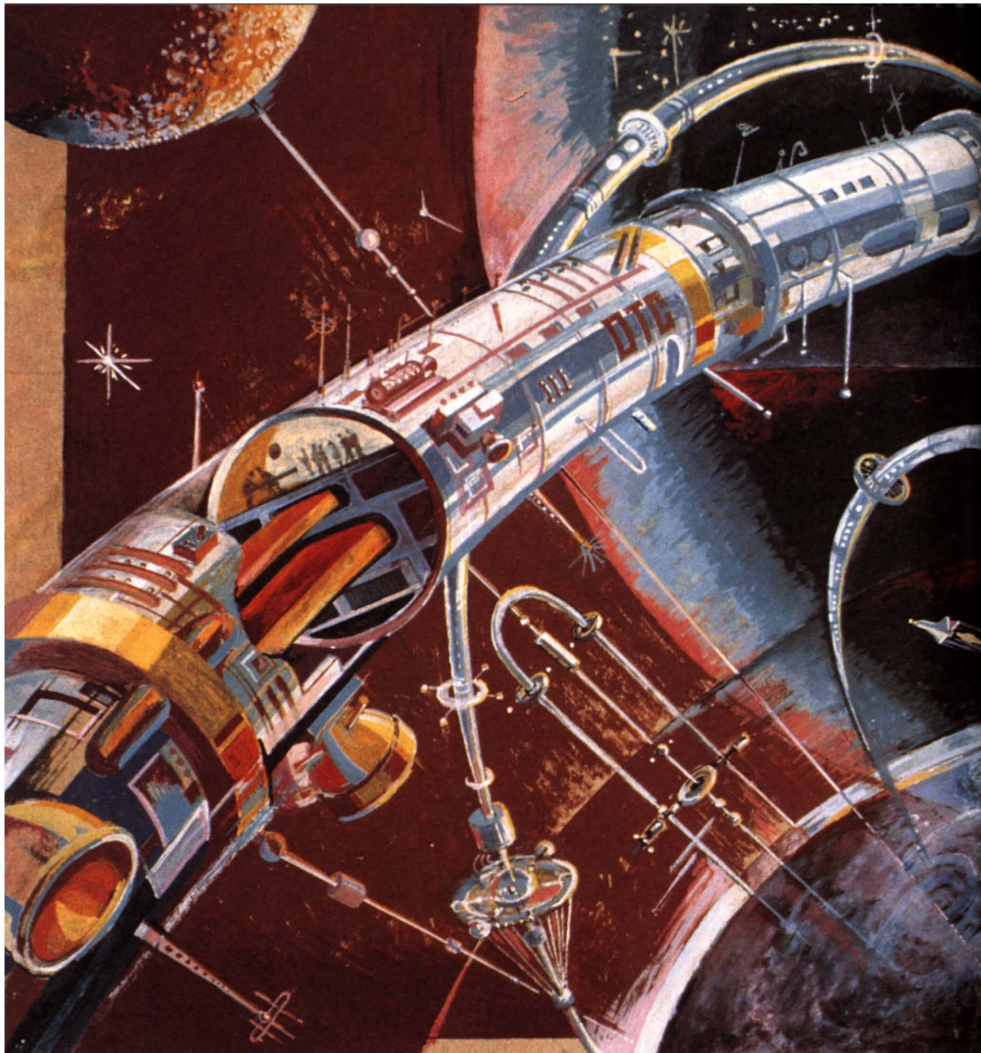


# Auf dem Fließband zu den Sternen?

„Kosmische Brücken“, „kosmische Ringe“, „kosmische Fließbänder“, „Kolliers“ oder „Fahrstühle“ – die Suche nach Alternativen zur Raketentechnik läuft. APN-Korrespondent Juri Birjukow berichtet.



Vermutlich in nicht allzu ferner Zukunft werden im Zusammenhang mit der Raumfahrt so bildhafte Ausdrücke wie „kosmische Treppe“ oder „kosmische Brücke“ ihres poetischen Flairs beraubt und in ihrer ursprünglichen Bedeutung wiederverwendet werden: zur Bezeichnung praktischer ingenieurtechnischer Projekte.

Als in den dreißiger Jahren die Theorie der Weltraumfahrt und die Leistungen ihres Begründers Konstantin Ziolkowski (1857–1935) weitgehend Anerkennung gefunden hatten, waren sich alle namhaften Experten der Welt darin einig, die von Ziolkowski vorgeschlagene Flüssigtreibstoff-Rakete sei das einzige Mittel zur Überwindung des Gravitationsfeldes der Erde. Es fand sich jedoch einer, der die Meinung dieser Wissenschaftler und damit die ausschließliche Rolle der Rakete widerlegte: Ziolkowski selbst.

Er schrieb folgendes: „Viele denken, daß ich mich um die Rakete der Rakete als solcher wegen Sorge. Das wäre jedoch ein grober Irrtum. Die Rakete bedeutet für mich nur ein Verfahren, nur eine Methode, in den tiefen Raum vorzustoßen, jedoch keinen Selbstzweck. Findet sich ein anderes Raumfahrtmittel, dann akzeptiere ich es auch. Der ganze Sinn liegt in der Umsiedlung von der Erde in den Weltraum.“

Ziolkowski kannte die Unzulänglichkeiten der Rakete besser als ihre Befürworter oder Gegner und suchte sein ganzes Leben lang nach neuen, im Vergleich zur Rakete wirksameren Weltraummitteln. Sein Interesse an der Erschließung des Weltraums hatte einst damit begonnen, daß er sich Gedanken über eine kosmische fliehkraftgetriebene Maschine machte. In seinen Manuskripten aus dem Jahre 1879 finden sich Zeichnungen von Planeten, die von Ringen, Schau-

keln und Brücken umgeben sind, sowie Geschwindigkeitsberechnungen zur Überwindung der Gravitationskraft verschiedener Himmelskörper. In seinem berühmten Buch „Träume von der Erde und dem Himmel und Effekte des allgemeinen Gravitationsgesetzes“, das 1895 veröffentlicht wurde, bewertet Ziolkowski neben dem Gedanken über einen künstlichen Erdsatelliten auch die Möglichkeiten, Transportanlagen im Weltraum zu schaffen. Er befaßt sich mit einer Äquatorialbrücke, die über die Atmosphäre hinaus bis in eine Höhe von 300 Werst (altes russisches Längenmaß, 1 Werst 1,067 Kilometer) reicht, über die ein Zug mit einer Geschwindigkeit von acht Werst pro Sekunde rollt, wodurch die Fliehkraft die Schwerkraft überwindet; oder mit einem Turm am Äquator, bei dessen Besteigung sich die Schwerkraft langsam verringert, ohne ihre

Richtung zu ändern, um in einer Höhe von 34 000 Kilometer ganz zu verschwinden, dann aber wieder, diesmal aber in entgegengesetzter Richtung, zu entstehen, so daß der Kopf des Menschen der Erde zugewandt wird. Ziolkowski berechnete solche Türme sowohl für die Erde als auch für andere Planeten.

## Suche nach Alternativen zur Raketentechnik

Ob Ziolkowski an die Realisierbarkeit solcher Superbauten glaubte oder nicht, schmälert keineswegs sein Genie. Jedenfalls gab er sich nicht damit zufrieden, daß vielleicht einmal ein solcher Turm errichtet werden könnte. Deshalb suchte er immer intensiver und zielstrebig nach einem unserer Zeit adäquaten Raumfahrtverfahren, das er schließlich auch fand und das heute in ballistischen Mehrstufen-Trägerraketen (von Wo-



stok bis Saturn und Energija) und Weltraumfahrten (von Columbia bis Buran) Verwendung findet. Auf dieser Grundlage erstellte er Prognosen für die Erschließung des gesamten Sonnensystems, die in einem einheitlichen Bautenkomplex – einem Metaplaneten oder einer vollständigen Sphäre aus einer Vielzahl ringartiger Orbitalstationen – gipfelten, der etwa im Asteroidengürtel stationiert werden und die gesamte anfallende Sonnenenergie empfangen könnte. Die Errichtung kosmischer Bauten auf der Erde behandelte Ziolkowski nicht mehr. Auch sonst befaßte sich mit diesem Gedanken lange Zeit niemand. Erst fünfzig Jahre später kam der amerikanische Physiker Freeman John Dyson, der nach extraterrestrischen Zivilisationen suchte, auf den Gedanken einer künstlichen Sphäre, die die Sonne oder einen anderen Stern einschließen könnte. Dieser angeblich

unrealistische Gedanke wurde in verschiedenen Beiträgen kritisiert. Der sowjetische Wissenschaftler Georgi Pokrowski entwickelte allerdings ein Schema, nach dem die „Dyson-Sphäre“ durchaus realisierbar erscheint. Dabei zeigte es sich, daß Ziolkowski ein solches Schema in seinem Manuskript „Leben im interstellaren Medium“ bereits 1920 vorgeschlagen hatte. Die Denkweise von Pokrowski ist überhaupt in mancher Hinsicht mit der Denkweise seines herausragenden Vorgängers identisch. Dadurch erklärt sich sein Interesse für die Errichtung von Türmen und anderen Bauten, mit deren Hilfe Weltraumsonden von Asteroiden gestartet werden können. So hat Pokrowski auch als erster ein ingenieurtechnisches Projekt für einen 160 Kilometer hohen Druckluftturm vorgeschlagen, auf dem astronomische und astrophysikalische Geräte außerhalb der Atmo-

**So sieht Pjotr Koslow (Zeichnung) die „Treppe zu den Sternen“: Maiborodas „kosmische Brücke“, Junizkis „kosmischen Ring“, Awdejews und Klimows „kosmisches Fließband“, das „kosmische Kollier“ von Poljakow und den „kosmischen Fahrstuhl“ Arzutjanows**

sphäre stationiert werden sollen. Nach der Prüfung möglicher Bauverfahren gelangte der Urheber zu der Schlußfolgerung: „Wenn der Turm mit Helium gefüllt wird, könnten darin Wasserstoffballons in eine große Höhe steigen. Der Turm könnte somit unterschiedliche Aufzüge ersetzen.“

### **Erste Alternative: „kosmischer Aufzug“**

Das Projekt Pokrowskis fand damals keine nennenswerte Resonanz: Es war so extravagant, daß es auf die Fachleute wie ein Phantasiegebilde wirkte. Seine Ausführungen fanden aber bereits ein Jahr später ihre Bestätigung, als eine Zeitung den umfangreichen Beitrag „In den Weltraum mit einer Lok“ veröffentlichte, in dem ein noch größer dimensioniertes Projekt eines geokosmischen Turms mit einer elektrischen Seilbahn erörtert wurde. Diesem Projekt, von dem Leningrader Aspiranten Juri Arzutjanow entwickelt, war ein glücklicheres Los beschieden. Zum einen war seine wohlwollende Aufnahme in der Öffentlichkeit bereits durch das wenig beachtete Projekt Pokrowskis vorbereitet worden, dessen Name „kosmischer Aufzug“ sofort und für immer auf das Projekt von Arzutjanow übertragen wurde. Zum anderen wurde seine Beschreibung bald in einigen weiteren wissenschaftlichen und populären Beiträgen veröffentlicht. Drittens veröffentlichten sechs Jahre später vier amerikanische Wissenschaftler in der Zeitschrift „Science“ ein ähnliches Projekt unter der Bezeichnung „Sky Hook“ ohne jegliche Be-

zugnahme auf Arzutjanow. Die Presse startete eine Kampagne zum Schutz seiner Priorität. Viertens hatte der international bekannte Science-fiction-Autor Arthur Clark das Projekt eines „kosmischen Aufzugs“ des Leningrader Wissenschaftlers seinem spannenden Roman „Springbrunnen des Himmelreichs“ zugrunde gelegt.

Juri Arzutjanow entwickelte in seinem Projekt eines kosmischen Aufzugs die Idee Ziolkowskis nicht mehr als bloße Spekulation, sondern als ernsthaften Entwurf. Den Zweck dieses Aufzuges sieht er weder in der Erreichung der Schwerelosigkeit in einem geostationären Orbit noch in der Stationierung eventueller Forschungsgeräte in unterschiedlichen Höhen, sondern in der Einrichtung eines stationären Güteraustausches zwischen der Erde und dem Weltraum, der viel wirtschaftlicher sein würde als der Einsatz von Transportraketen.

Arzutjanow entwickelte eine mathematische Theorie der auf den kosmischen Aufzug wirkenden Belastungen, einschließlich Gravitations-, Flieh- und anderer Kräfte. Das Wesen der Erfindung des Leningrader Wissenschaftlers besteht darin, daß ein 2000 Tonnen schweres Seil mit Raketen in einen geostationären Orbit befördert, in zwei Richtungen – mit an seinen Enden verankerten Raketentriebwerken – abgerollt und am Erdäquator befestigt wird. Die Durchlaßfähigkeit eines solchen „Seiles“ würde theoretisch zwölf Tonnen pro Tag betragen.

Der Gedanke eines kosmischen Aufzugs hat zahlreiche Theoretiker ergriffen, wobei einer von ihnen, Georgi Poljakow aus Astrachan, ein ganzes System solcher Bauten entwickelte, die zu einem kosmischen Ring um die Erde vereinigt werden sollen. Das war eine originelle Lösung der Idee von einem „Orbitalgürtel“ von

Akademienmitglied Sergej Koroľow. Poljakow war der erste, der einen Aufzug auch für die Strecke Erde-Mond sowie für andere Körper des Sonnensystems vorgeschlagen hat.

### Zweite Alternative: „kosmisches Rad“

Im vergangenen Jahr unterbreitete Poljakow auf einem Symposium über die Perspektiven des Marsfluges, das in Kaluga im Rahmen der traditionellen Ziolkowski-Tagung stattfand, ein originelles Projekt zur Errichtung eines kosmischen Aufzugs auf dem Phobos im Interesse einer großangelegten Mars Expedition. Praktisch genauso interessante Vorschläge stammten von den Ingenieuren Juri Awdejew und Viktor Klimow, die einen selbstfahrenden Container („kosmisches Fließband“) für einen Pendelverkehr auf der Strecke Erde-Mond angeboten haben.

Alle diese Projekte sind angesichts unserer heutigen Möglichkeiten leider unrealisierbar, obwohl der Bedarf an einem umfangreichen, billigen Gütertransport von der Erde in den Weltraum und zurück, der gegenüber einem raketen-gestützten Transport umweltfreundlicher wäre, zunehmend relevant wird (zum Beispiel für den Bau weltraumgestützter Sonnenkraftwerke und zur Sicherstellung der Orbitalbetrie-be).

Die Chancen für die Errichtung geokosmischer Bauten haben sich jedoch wesentlich vergrößert, seitdem Anatoli Junizki, Ingenieur aus der belorussischen Stadt Gomel, ein neues Prinzip für die Starts in den Weltraum entwickelt hat. Dieses Prinzip gründet auf der Nutzung der Fliehkraft. Der Erfinder hatte sein Projekt, das er „gesamtplanetarisches Verkehrsmittel“ genannt hatte, vor sechs Jahren veröffentlicht. Das Wesen des Projekts ist ein Ring um den Erdäquator, der auf hohen Stützen

ruht. Diese Stützen stehen in regelmäßigen Abständen rund um die ganze Erde. Der „Ring“ besteht in einem 40 000 Kilometer langen Hohlrohr mit einem Querschnitt von acht bis zehn Meter. Durch das ganze Rohr verlaufen starke elektromagnetische Bänder, die nach der Stromzufuhr wie Magnetkiszüge beschleunigt werden.

Bei einer Geschwindigkeit von acht Kilometer pro Sekunde gleichen sich ihr Gewicht und die Fliehkraft aus. Dadurch löst sich das „gesamtplanetarische“ Rad von den Stützen und steigt mit relativ geringer Geschwindigkeit empor.

Die gesamte Konstruktion weist gegenüber dem kosmischen Aufzug bedeutend kleinere Abmessungen auf und ist nach den Berechnungen auch wesentlich geringeren Belastungen ausgesetzt. Deshalb können für die Konstruktion Werkstoffe verwendet werden, deren Festigkeitsparameter mit modernen Legierungen und Polymeren vergleichbar sind.

Die Ausarbeitung und Realisierung des Junizki-Projekts stellen die Ingenieure vor eine Vielzahl schwieriger Probleme. Allerdings sind diese Probleme nach Meinung der Fachleute kaum komplizierter als diejenigen, mit denen zu Lebzeiten Ziolkowskis die Entwicklung einer Weltraumrakete verbunden war. Das Kernproblem bei der Realisierung des „kosmischen Rades“ ist die Größenordnung des Projekts sowie die Tatsache, daß es — wie auch der „kosmische Aufzug“ — von Anfang an auf der Grundlage einer weltweiten internationalen Zusammenarbeit gebaut werden muß. Gegenüber dem „Aufzug“ hätte das „Rad“ eine hundertfach größere Durchlaßfähigkeit, benötigte wesentlich weniger Material und wäre relativ einfach vollständig auf der Erde zu montieren.

### Dritte Alternative: „kosmische Brücke“

Alexander Maiboroda, ein junger Wissenschaftler aus Rostow am Don, entwickelte aufgrund des „kosmischen Rades“ das Projekt einer dynamischen Anlage — ebenfalls einen Ring, der nur etwa 2 000 Kilometer lang ist und mit Linearmotoren beschleunigt wird. Der dünne Ring mit einem Durchmesser von 300 Kilometer verläuft zur Hälfte durch die Lithosphäre der Erde, wobei die andere Hälfte in den Weltraum reicht. Um eine stabile Lage eines solchen Rings mit der Fliehkraft aufrechtzuerhalten, muß seine Rotationsgeschwindigkeit im Vergleich zur Weltraumgeschwindigkeit um eine Größenordnung geringer sein, wobei der Ring insgesamt etwa 100 000 Tonnen schwer sein wird. Das ist aber durchaus erreichbar. Die Spannungen, die auf die Konstruktion der „kosmischen Brücke“ einwirken, vergrößern sich allerdings im Vergleich zum „Rad“. Daher braucht man festere Werkstoffe, die allerdings nicht so kostspielig wie für den „kosmischen Aufzug“ wären. Die Hauptsache ist aber, daß sich der Materialaufwand um das Zehntausendfache verringert, so daß diese Aufgabe angesichts des modernen Wirtschaftspotentials nicht nur die Menschheit insgesamt, sondern auch einzelne Länder bewältigen könnten. Die „kosmische Brücke“ ist ein sehr aussichtsreiches Vorhaben. Seine weitere Entwicklung könnte ein neues Zeitalter im Bauwesen auf der Erde einleiten, ein Zeitalter dynamischer Anlagen, von dem bereits Anfang unseres Jahrhunderts der russische Künstler und Konstrukteur Wladimir Tatlin geträumt hat.

Zum Schluß noch ein Blick von neuen Projekten zurück in die Geschichte. Nach dem historischen Mondflug der amerikanischen Apollo-11-Besatzung im Juli 1969 erinnerten sich die Wissenschaftler an

den russischen Pionier der Raketentechnik Juri Kondratjuk, der bereits in den zwanziger Jahren einige originelle Lösungen der Raumfahrtprobleme, unter anderem ein Schema eines bemannten Mondfluges, vorgeschlagen hatte. Da damals die Raumfahrtpioniere bei ihren Entwicklungen materiell wenig Unterstützung fanden, beschloß Kondratjuk, der einige gut honorierte Erfindungen auf seinem Konto zu verbuchen hatte, eine Kooperative von Erfindern zu gründen, die ihre ganzen Einnahmen zur Finanzierung des Raketenbaus und der Weltraumfahrt zur Verfügung stellen würde.

Aber es klappte nicht mehr. In der Sowjetunion wurde die Leninsche Neue Ökonomische Politik abgebrochen, die Produktionskooperative wurde aufgelöst. Jetzt, nach 60 Jahren, wurde durch Anatoli Junizki, Erfinder des „kosmischen Rades“, wieder eine Kooperative gegründet. Die in der belorussischen Stadt Gomel bestehende Kooperative „Swesdnyj Mir“ (Sternenwelt) orientiert sich auf die Einführung verschiedener Erfindungen in die Volkswirtschaft, wobei der Gewinn, der bereits am Anfang ihrer Tätigkeit eine solide Summe erreicht hat, zu einem bedeutenden Teil in Forschung und Propagierung eines „gesamtplanetaren Transportmittels“ investiert werden soll.

Ferner fand im April 1988 in Gomel die erste wissenschaftlich-technische Konferenz zum Thema „Raketenfreie Industrialisierung des Weltraums: Probleme, Gedanken, Projekte“ statt. Die Beschlüsse dieses Forums werden jetzt sowohl in den Arbeitsgruppen unter Leitung von Anatoli Junizki und Alexander Maiboroda realisiert als auch in vielen anderen Forschungs- und Konstrukteursgruppen, die der Föderation der Weltraumfahrt der UdSSR und der Unionsgesellschaft für Weltraumfahrt angehören.