

Mit diesem Antrag wird die Funktionalität der mit Patentantrag vom 24.07.2002 vorgestellten **Raumfahrzeuge und Weltraumstrukturen erweitert.**

5 Der Folgeantrag bezieht sich weiterhin auch auf Bezugszeichen und Zeichnungen (insbesondere Fig. 1) des Vorantrages.

### **Docking- bzw. Ladestation**

10 Die wichtigste Neuerung ist die in Fig. 8 dargestellte Docking- bzw. Ladestation in Form eines Innenringes 5 mit daran befestigten Docking- und Ladevorrichtungen, sowie die hiermit verbundene nachfolgend beschriebene Andock-Technik.

15 Die sich hieraus ergebende Hauptanwendung ist der Transport eines kleinen, selbst flugfähigen Raumfahrzeuges/Landers durch ein größeres (Solarsegler-)Mutterschiff an den Einsatzort und anschließendes Wiederandocken mit Weiter-/Rücktransport.

20 Die Station ist im Grunde genommen nichts anderes als der Innenring 5, der eine Aussparung im Zentrum der Struktur umfasst und mit Haltevorrichtungen zum Docken, sowie Elektrowinden- Hebe- und Einspannvorrichtungen zum Laden versehen ist. Weitere Voraussetzung für den Andockvorgang ist das Vorhandensein von Halterungen an der eindockenden Einheit, wobei diese Haltefunktion bevorzugt durch einen Außenring 6 wahrgenommen wird.

25 Die Docking und Ladestation ermöglicht mit Hilfe des Innenringes folgende Vorgänge:

**Andocken und Ablegen von kleineren Raumfahrzeugen,  
Aufnahme und Abkoppeln von Funktionseinheiten,  
Aufnahme und Löschen von Ladung,  
Aufnahme von Lade-Gerätschaft bzw. Gerätschaft zum Handhaben von Objekten.**

30 Der Innenring wird dank der Spannung der vom Außenring 1 des Raumfahrzeuges ausgehenden Haltegurte 2.1 im Zentrum der Struktur gehalten (s. hierzu Fig. 1 des Vorantrages und Fig. 8). In Verbindung mit an diesem angebrachten Seilwinden ermöglicht er ein sicheres Handling von Ladung und anderen Objekten, die durch die Einspannmöglichkeit im Ring ohne umherzu-  
35 schlagen sicher beschleunigt und manövriert werden können.

40 Eine weitere wichtige Neuerung ist die Einführung von Funktionseinheiten, die selbst wiederum einen Außenring oder andere Befestigungsmöglichkeiten besitzen, die in den Innenring einer größeren Trägereinheit eingekoppelt werden können.

45 Damit ist gemeint, dass eine Funktionseinheit, die einen bestimmten Zweck erfüllt, wie z. B. ein Regolith-Sammelcontainer oder ein Bohreinsatz zum Setzen von Bohrankern durch Ausstattung mit einem flugfähigen Antriebsring selbst zum Raumfahrzeug umgewandelt wird, das sich aus eigener Kraft am Einsatzort (z. B. einem Asteroiden) fortbewegt und selbständig am Mutterschiff an- und abkoppelt.

50 Dies ermöglicht es, ein mit einem Innenring ausgestattetes Raumfahrzeug in kürzester Zeit durch Austausch der Funktionseinheit bzw. eines entsprechend ausgerüsteten Tochterschiffes für einen anderen Verwendungszweck umzurüsten.

55 Die Möglichkeit des Ankoppelns lässt sogar eine robotische Umrüstung durch Auswechseln unterschiedlicher Funktionseinheiten ohne Beteiligung von Menschen zu.

55 So können kleinere und leichtere für den eigentlichen Missionszweck optimierte Einheiten durch für den Zweck des kostengünstigen Transports optimierte, wiederverwendbare große Solarsegler (je größer, desto schneller erfolgt der Transport) an ihren Einsatzort befördert werden, um z. B. Rohstoffe von Asteroiden zu gewinnen.

60 Ein relativ großes Solarsegel-Mutterschiff von beispielsweise 100 m Durchmesser könnte in der Dockingstation ein segelloses Tochterfahrzeug mit einem Durchmesser von z. B. 10 m nahe an einen Asteroiden heranführen. Die Thruster und Treibstoffmenge dieses Tochterschiffes wären hierbei auf den kurzfristigen Einsatzzweck der Landung und Gewinnung von Rohstoffen auf  
65 Asteroiden optimiert.

Zur Durchführung einer neuartigen Mission müsste nur noch die Tochtereinheit geplant, hergestellt, gelauncht und ggf. im Weltraum montiert werden, während das Mutterschiff aus früheren Missionen zurückkehren und die Tochtereinheit aufnehmen kann.

70 Die durch die Dockingstation ermöglichte Modularisierung lässt es zu, entsprechende Standards (Größenklassen) zu schaffen und dadurch unterschiedlichen Organisationen, Firmen, Forschungseinrichtungen, etc. Gelegenheit zu geben, Weltraumprojekte bei denen es sich nicht nur um Satellitenstarts handelt, durchzuführen, die ihnen wegen fehlender Mittel ansonsten  
75 verschlossen wären.

80 So könnten derartige kleinere Betreiber durchaus Weltraumprojekte vollkommen unabhängig konstruieren und anfertigen, die sich auf die konkreten Kernprojekte, also auf Herstellung und Ausrüstung des Tochterschiffes/ der Tochtereinheit sowie dessen Einsatz im Weltraum konzentrieren.

85 Zuständig für das eigentliche Launchen sowie die Bereitstellung eines Mutterschiffes, den Hin- und Abtransport zum Einsatzort wären dann jedoch hierauf spezialisierte Großfirmen, besser jedoch hierzu autorisierte Organisationen/Agenturen.

Durch einmal eingeführten Standards wäre Planungssicherheit für alle Beteiligten gegeben und es müssten nicht für jedes neue Projekt immer neue Konstruktionen erarbeitet werden.

90 Die ESA könnte z. B. durch die Bereitstellung (auch durch Vermietung für die jeweilige Missionsdauer) von Infrastruktur und Transportleistungen in Form von Trägerschiffen, Raumstationen, Materialdepots und sonstiger Weltraumstrukturen, die von kleineren Einrichtungen nicht finanzierbar wären, einen Beitrag zum Anschub der europäischen Weltraumtechnologie leisten.

95 Hierdurch könnte die Vielfalt und Innovationsstärke kleinerer Firmen/Einrichtungen durch diese Vorleistung für die Entwicklung der Raumfahrt erschlossen werden.

Aber auch der internationale Austausch sowie die Kooperation würden durch die Einführung entsprechender Kopplungsklassen und gegenseitiger Bereitstellung von kompatibler Infrastruktur möglich.

100

Die Einführung und Trennung flugfähiger, jedoch nicht oder nur eingeschränkt Langstreckenflugfähiger Raumfahrzeuge als Tochterschiff und langstreckenfähiger Mutterschiffe hätte auch noch einen weiteren Vorteil;

105

die erdnahe Bewegung von Weltraumprojekten könnte unter Kontrolle weniger, der Sicherheit der Erde in besonderem Ausmaß verpflichteter Organisationen bleiben, ohne kleineren Einheiten den Zugang zum Weltraum zu versperren.

110

Es ist naheliegend, dass sich die Gefährdung der Erde bei zunehmender Häufigkeit der Flugbewegungen und zunehmender Anzahl derjenigen, die über die entsprechende Technologie verfügen, insgesamt vergrößert. Daher wäre eine gewisse Kontrolle bzw. ein Langstreckenbeförderungsmonopol durch hierzu besonders ermächtigte Stellen durchaus wünschenswert.

**Neben Raumfahrzeugen und Solarseglern sind auch gänzlich andersartige Funktionseinheiten, die in Innenringe eingekoppelt werden können, denkbar, wie z. B.**

115

**Satelliten,  
Antriebseinheiten,  
Spiegel, Linsen und Parabolspiegel zum Weiterleiten von Licht, Wärme, Energie,  
Antennen, Satellitenschüsseln, Sendeeinrichtungen,  
120 Laseranlagen,  
Netze und Säcke zum Sammeln von Weltraumschrott und Weltraumtrümmern  
flugfähige Materialcontainer,  
flugfähige Materialsammler für Regolith und Gestein,  
flugfähige Nutzlast Einheiten,  
125 flugfähige Reparaturroboter,  
Schraub- und Bohr-Einsätze,  
Rotations- Trenn- bzw. Scheide- und Mahleinrichtungen,  
Betonier- und andere Formen/Verschalungen.**

130

Das Mutterschiff/ die Ringstruktur kann den angekoppelten Funktionseinheiten hierbei nicht nur Transportleistungen zur Verfügung stellen, sondern auch die Möglichkeit des Anschlusses an die Solarzellen-Arrays 2.6 (s. Fig. 1) des Trägers. Die Stromzufuhr zum Tochterschiff könnte dabei über die elektrisch leitenden Halterungsgabeln 5.1.1 in Fig. 8 erfolgen.

135

Hierdurch wäre zumindest während des Transportes bzw. Einsatzes im Mutterschiff die Stromversorgung in einem Umfang gesichert, der von der Tochtereinheit wegen der geringeren Größe über einen längeren Zeitraum evtl. nicht erbracht werden könnte.

140

Mit der Innenring-Kopplungstechnik ist es grundsätzlich auch möglich, mehrere Raumfahrzeuge bzw. Funktionseinheiten ineinander zu verschachteln. So könnte beispielsweise eine Funktionseinheit mit 10 m Durchmesser in ein Mutterschiff mit 100 m Durchmesser eingesetzt werden, dass wiederum in einem noch größeren Mutterschiff mit 1000 m Durchmesser transportiert wird.

145 Falls noch Wünsche in Bezug der Tragfähigkeit und Schnelligkeit, die von der Fläche des Segels abhängig sind, offenstehen sollten, wäre auch die Erweiterung um eine zusätzliche Einheit möglich, die z. B. einen Durchmesser von 10 000 m haben könnte.

150 **Elektromagnetische An- und Entkopplung mittels einer Ringscheibe aus ferromagnetischem Material als Andock-Innenring**

Die in Fig. 8 dargestellte mechanische Andockmöglichkeit könnte durch eine komplett magnetische Andockvorrichtung ersetzt werden. Hierbei befindet sich an der Stelle des  
155 Innenringes aus Rohrmaterial eine Scheibe aus ferromagnetischem Material (Eisen bzw. eisenhaltiges Material).

Der Außenring des andockenden Fahrzeuges wäre in diesem Fall genauso groß wie der Innenring des Trägers, beide Ringe würden sich somit bei der Kopplung aufeinander legen.

160 Die Haftung des andockenden Raumfahrzeuges würde durch Elektromagneten, die an der andockenden Seite des Außenringes der Tochter-Einheit befestigt wären, erzeugt.

Um nicht auf ständiges Einschalten der Elektromagneten angewiesen zu sein, könnte diese Kopplungseinrichtung mit schwächeren Permanentmagneten kombiniert sein, die schwach  
165 genug sind, dass die eingeschalteten Thruster einer startenden Tochtereinheit deren Haltekraft überwinden können.

Eine weitere Variante wäre die Kombination der Verwendung von Permanentmagneten und von Elektromagneten, deren Pole so ausgerichtet sind, dass diese beim Ablegen von der  
170 Ringscheibe abstoßen.

**Mechanische Andock-Halterung (Fig. 8)**

175 Im Grunde genommen zieht der Erfinder ein schlichtes elektromagnetisches Ankoppeln an einem Innenring in Form einer magnetischen (eisenhaltigen) Ringscheibe an der Mutterstruktur und von Elektromagneten an der Tochter-Einheit vor, denn dies ist ein einfach zu steuernder Vorgang – die Elektromagneten der Tochtereinheiten werden beim Ankoppeln eingeschaltet und beim Abkoppeln wieder abgeschaltet.

180 Diese Ankopplungsart sollte bei den im Weltraum herrschenden Bedingungen wegen der kaum vorhandenen Gravitation in den meisten Fällen vollkommen ausreichend sein.

Da es jedoch müßig ist, die triviale Befestigung der aus magnetischem Material bestehenden  
185 Ringscheibe an dieser Stelle zu schildern, soll hier als Variante die in Fig. 8 gezeigte mechanische Kopplung mittels Innenring erläutert werden.

Dies hätte Vorteile als zusätzliche Absicherung der eingekoppelten Objekte, etwa bei Ausfall der Stromversorgung zu den Elektromagneten oder einfach als Stromsparmaßnahme, oder als  
190 Verstärkung der Kopplung bei Raumfahrzeugen, die für den Wiedereintritt in planetare Atmosphären gedacht sind.

195 Auch bei Strukturen, bei denen eine besonders leichte und dennoch stabile Ausführung gewünscht wird, wäre die Verwendung eines Innenringes in Rohrform aus z. B. CNT-Material wegen der hohen Belastbarkeit, des relativ geringen Gewichtes dieser Materialien und der hohen Stabilitäts-Effektivität der Rohrform bei minimalem Materialverbrauch vorzuziehen.

## 200 **Montage einer mechanischen Andock-Halterung (Fig. 8)**

In Fig. 8 ist eine mechanische Andocklösung an einem Innenring dargestellt, die mittels mehrerer (im Beispiel 4) Andock-Halterungen 5.1, in die der Außenring einer Tochtereinheit andockt ist, realisiert wurde.

205 Die Montage dieser Halterungen erfolgt ausgehend von der Innenseite des Ringes durch Hindurchstecken der freien Enden der Halterungsgabel 5.1.1 sowohl durch den Rohrkörper als auch durch eine der Befestigungsschellen 5.1.2 oder 5.1.3, die an den hierfür vorgesehenen Stellen bereits vorbereitete Bohrlöcher besitzen.

210 Der Steckvorgang wird durch einen Anschlag 5.1.1.2 begrenzt, der z. B. in Form einer Verdickung der Stange oder einer an der entsprechenden Stelle befestigten Begrenzungs-Ringscheibe realisiert werden kann.

215 Die Befestigungsschelle umfasst einen Teil des Rohres nach dem Hindurchstecken der Gabel vollständig (z. B. die untere Hälfte) und bildet mit der zweiten Schelle eine Verstärkung der Befestigung, wenn beide Schellen mittels einer von oben nach unten oder von unten nach oben durchgehenden Befestigungs-Schraube 5.1.4 und der Mutter 5.1.6 um den Rohrkörper des Innenringes gepresst werden.

220 Die mit einem Außengewinde versehenen Enden der Haltegabel 5.1.1 werden mittels zweier Gabelenden-Schraubhülsen 5.1.8, die ein Innengewinde und am Kopfende einen Anschlag in Form einer Anschlagkante besitzen und durch die Gabelhalteplatte 5.1.5 gesteckt werden, angezogen. Hierdurch ist die Befestigung der Haltegabel abgeschlossen.

225 Die Haltevorrichtung wird komplettiert durch jeweils zu den Halterungsgabeln auf Haltegurten der Tochtereinheit angebrachten Elektroschlössern 5.1.7. Die Befestigung eines Schlosses kann bevorzugt durch Verschrauben einer Elektroschloss-Halteplatte 5.1.9 an der Unterseite des Schlosses erfolgen, wobei der Gurt zwischen Schlossunterseite und Halteplatte eingeklemmt wird.

230

## **Mutter-Tochter-Enkel-Einheiten als Transporter, Stromversorgung und Landeeinheiten (Lander/Prospector)**

235

Ein weiteres Anwendungsbeispiel der Verschachtelungstechnik wäre ein Transport-Mutterschiff als Solarsegler mit z. B. 100 m Durchmesser und einer flugfähigen Stromversorgungseinheit von ca. 10 m Durchmesser in die wiederum das eigentliche Landefahrzeug von z. B. 5 m Durchmesser in den Innenring eingekoppelt ist.

240

So könnte der Lander mitsamt Stromversorgungseinheit vom Mutterschiff am Einsatzort in der Nähe des Asteroiden ausgesetzt werden, wo diese sich dann ebenfalls trennen.

245 Das Landefahrzeug wäre mit Batterien die ihm erlauben Energie durch Einkoppeln in die Stromversorgungseinheit wieder aufzuladen und/oder Energieempfangseinrichtungen (Rectenna oder Solarzellen) versehen, mit denen die übertragene Energie einer Mikrowellen- oder Laser-Sendeeinheit des Kleinkraftwerkes empfangen werden.

250 Eine weitere Möglichkeit wäre die direkte Verbindung der über dem Asteroiden schwebenden Stromversorgungseinheit mit dem Lander durch ein Stromversorgungskabel von mehreren hundert Metern, so dass sich die Stromversorgungseinheit immer im Sonnenlicht befindet.

255 Als Material für das Stromkabel eignet sich insbesondere CNT-Material (Carbon-Nano-Tubes) wegen seiner hohen Reißfestigkeit bei gleichzeitiger Leitfähigkeit und Unempfindlichkeit gegenüber Weltraumeinflüssen.

260 Vorteil dieser Lösung ist, dass Batterien eingespart und auf die Energieempfangs- und Sendeeinrichtungen ganz verzichtet werden kann, wobei zusätzlich keine Umwandlungsverluste entstehen.

265 Die Idee, eine Stromerzeugungseinheit im Weltraum durch ein Kabel oder durch Senden der Energie zu einem Stromverbraucher zu senden, ist sicherlich nicht neu, z. B. wurde Sie im US-Patent 6,194,790 B1 angewandt, in diesem Fall an einem Satelliten.

Neu ist jedoch die Verbindung eines selbst flugfähigen Landers mit der Stromversorgungseinheit und einem Trägerschiff und die Möglichkeit, diese jeweils selbständig an- und entkoppeln zu können.

270 Dies ermöglicht es z. B. den Lander auch über längere Zeit auf der Schattenseite eines Asteroiden einzusetzen während die Stromerzeugungseinheit ständig Strom an den Lander weiterleitet.

### **Kopplungsinnenringe in großen Weltraumstrukturen**

275 Ein derartiger Innenring ist nicht nur für Raumfahrzeuge, sondern besonders auch für alle rotierenden großen Weltraumstrukturen, an die angedockt werden muss, wie z. B. Raumstationen, Habitate, Kraftwerke (zur Erzeugung von Energie und deren Weiterleitung an die Erde) eine wichtige Ergänzung.

280 Die Andockeinrichtung ermöglicht es den hier geschilderten scheibenförmigen Raumfahrzeugen mit ihrem äußeren Antriebsring trotz der Rotation anzulegen, wenn sie selbst in der gleichen Winkelgeschwindigkeit wie die Hauptstruktur rotieren.

285 Diese Strukturen haben idealerweise eine konstante Ausrichtung, die durch Rotation stabilisiert werden kann. Außerdem können/sollten z. B. Habitate und Raumstationen auch zur Erzeugung von künstlicher Schwerkraft rotieren.

- 290 Hingegen steht bei einer weiteren Großstruktur, einem Weltraum-Kraftwerk, das einerseits seine Solarkollektoren zur Sonne ausrichten und andererseits die Energie zur Erde oder sonstigen Zielen per Mikrowelle oder Laser mit großer Genauigkeit an ein begrenztes Ziel über große Entfernungen senden muss, die Sicherung der Ausrichtung im Vordergrund.
- 295 Ein plötzliches Abweichen vom Zielgebiet, z. B. ausgelöst durch den Impact mit Weltraumschrott oder sonstigen Objekten dürfte insbesondere bei Laserübermittlung von Energie verheerende Auswirkungen haben und sollte daher durch Rotationsstabilisierung verhindert werden.
- 300 Rotierende Kreisel oder Gyroskope etwa sind sehr schwer von ihrer Ausrichtung abzubringen, dies umso mehr, wenn ein Großteil der Masse sich an der Außenkante befindet (wie bei Außenringstrukturen) und dieser außenliegende Masseschwerpunkt weit vom Zentrum der Scheibe entfernt liegt.
- 305 Günstigerweise eignen sich gerade die vom Erfinder entwickelten ringförmigen Weltraumstrukturen wegen ihrer Merkmale, die in der Grundform einem besonders stabilen Kreiselkörper entsprechen, hervorragend für diese Art der Stabilisierung.
- Man stelle sich eine Ringstruktur mit einem Durchmesser von mehreren hundert Metern vor.
- 310 Einen Kreisel von derartiger Größe bei dem sich zudem noch ein großer oder evtl. sogar der größte Teil der Masse im bzw. am Außenring (z. B. die äußeren Thrustereinheiten) befindet, hat es bisher noch nie gegeben. Diese extrem vergrößerten Maße der für die Stabilität der Ausrichtung einer rotierenden Struktur entscheidenden Merkmale lassen ein ebenfalls extrem stabiles Lageverhalten vermuten. Hinzu kommt, dass diese Struktur im Weltraum keinen
- 315 störenden Friktionskräften ausgesetzt ist.

#### **Andockvorgang (hier an rotierenden Weltraumstrukturen)**

- 320 Ein Objekt, das rotiert kann am besten im Zentrum andockt werden, da die Wahrscheinlichkeit, dass das andockende Fahrzeug durch die Fliehkraft weggeschleudert wird, mit der Entfernung vom Zentrum immer mehr zunimmt.
- Das „Herunterfahren“ (Stoppen) der Rotation besonders massereicher Großobjekte und
- 325 anschließende Hochfahren ist äußerst energieaufwendig.
- Die Notwendigkeit, das rotierende Objekt herunterzufahren, kann jedoch durch Verwendung des Innenringes als Dockingstation vermieden werden, wenn das andockende Raumfahrzeug selbst auch rotiert. Dadurch wird nicht nur Energie eingespart, sondern auch z. B. bei bemannten
- 330 Raumstationen der normale Betrieb nicht gestört.
- Dieser Andockvorgang zwischen zwei rotierenden Objekten soll im nachfolgenden näher beschrieben werden.

Das andockende Fahrzeug, bei dem es sich vorzugsweise um ein tellerförmiges Antriebsring-  
Raumfahrzeug nach Fig. 1 handelt, könnte sich in einer festgesetzten Entfernung  
(Grundstellung) über dem Andockring platzieren und selbst mit der gleichen  
340 Winkelgeschwindigkeit wie die Station rotieren.

Mit Hilfe der nach oben ausstoßenden (Ionen)-Thruster 1.6 in Fig. 1, die aufgrund ihrer sehr  
geringen Schubkraft auch eher bedächtige Manöver zulassen, nähert sich das Schiff behutsam  
weiter rotierend der Station und setzt kurz vor Erreichen der Andockhalterungen mit dem  
345 Gegenschub der nach unten ausstoßenden und somit nach oben beschleunigenden Thruster 1.6  
ein, um die Andockgeschwindigkeit auf ein Minimum herunterzusetzen.

Ein sanftes Aufsetzen des Raumschiff-Außenringes sollte das Ergebnis der bisherigen  
Annäherung sein.

350 Obwohl der Gedanke des Andockvorganges eines Raumfahrzeuges, das sich hierbei in Rotation  
befindet, ungewöhnlich erscheinen mag, geht der Erfinder davon aus, dass dies für ein  
rotierendes Fahrzeug der hier beschriebenen Art wegen der lagestabilisierenden  
kreiselförmigen Form einfacher ist als für nicht rotierende Fahrzeuge.

355 Fig. 8 zeigt ein Raumfahrzeug, das mit seinem Außenring in den inneren Ring einer größeren  
Einheit andockt. Bei der größeren Einheit könnte es sich z. B. um einen riesigen  
Solarsegler oder um eine ringförmige Raumstation bzw. ein Materialdepot oder um ein  
Weltraum-Solarstromkraftwerk handeln.

360 Wenn beide Kopplungsobjekte bei der Annäherung rotationsstabilisiert sind, dürften sie, wenn  
sie sich in einer festgesetzten Entfernung (der Ausgangsstellung) mit gleicher  
Winkelgeschwindigkeit parallel gegenüberstehen, weiterhin auch beim Zusammentreffen die  
gleiche Ausrichtung haben.

365 Also auch bei der eigentlichen Kopplung, dem abschließenden Einsetzen des Außenringes 6 des  
andockenden Raumfahrzeuges in die am Innenring 5 der Raumstation angebrachten  
Andockhalterungen 5.1.

370 Die Feinausrichtung des ankoppelnden Fahrzeuges könnte z. B. durch 4 in jeweils 90 Grad  
Entfernung voneinander am Außenring 6 des Raumfahrzeuges angebrachte Positionseinsender  
erfolgen, die auf jeweils 4 ebenfalls in 90 Grad Entfernung am Innenring 5 des anzulaufenden  
Objektes angebrachten Gegenstellen nahezu senkrecht gegenüberliegen und auf eine festgesetzte  
Distanz – der Grundstellung – einjustiert sind.

375 Hat nun jeder dieser vier kalibrierten Peilsender die genau gleiche Entfernung zum Gegenstück  
(z. B. in Form eines Empfängers oder in Form eines Reflektors) am anzulaufenden Objekt und  
ist die festgelegte Entfernung erreicht und beide Objekte rotieren mit der gleichen Winkel-  
Geschwindigkeit, befindet sich das Raumfahrzeug in der Grundstellung und die Annäherung  
kann beginnen.

380

385 Hierzu werden nachfolgend die einzelnen Phasen des Andock-Vorganges beschrieben:

- a) Das Andockobjekt platziert sich in einer festgesetzten Entfernung genau parallel zum Mutterschiff bzw. der Station oder des Objektes oder des Raumschiffes über dessen Zentrum.
- 390 b) Die Rotationsgeschwindigkeit wird angeglichen.
- c) Die Annäherung wird durch gleichzeitiges Zünden der nach unten schiebenden Thruster eingeleitet.
- 395 d) Vor dem Auftreffen werden die nach unten ausstoßenden Thruster solange gezündet, bis die Annäherungsgeschwindigkeit fast auf Null gesunken ist. Das Auftreffen erfolgt dann sanft mit der noch verbliebenen Restgeschwindigkeit.
- 400 f) Die Bolzenriegel der Magnetschlösser 5.1.7 schieben sich unter der Halterungsgabel 5.1.1 hindurch über das Rohr des Außenringes 6 und befestigen somit das ankoppelnde Objekt.

Bei einem späteren Ablegen werden die Riegel der Magnetschlösser wieder eingezogen und das Tochterobjekt kann seine Thruster starten und zunächst gerade nach oben beschleunigen bevor es dann in die gewünschte Richtung abdreht.

410 **„Fliegender Weltraum-Käscher“ als Weltraumschrott- und Trümmersammler, zur Erhöhung von Satelliten-Orbits mit Schleppnetz bzw. -Sack sowie als Fangeneinheit für Mass-Driver-Transport – s. Fig. 9 und 9.a -**

Wegen Impactgefahr sollte die Umgebung von Weltraumeinrichtungen, wie z. B. Solarstrom-Weltraumkraftwerken oder Raumstationen, sowie auch häufig benutzte Flugbahnen besonders vor herumfliegenden Trümmern, Weltraumschrott und ähnlichem geschützt werden.

Die beste Möglichkeit, ist sicherlich derartige Trümmer nicht entstehen zu lassen. Dies ist jedoch nicht immer möglich. Ein guter Kompromiß wäre sicherlich, die Verursacher zu verpflichten, ihren Schrott bzw. Ihre Trümmer zumindest in der Umgebung der Erde selbst zu entsorgen, bzw. die Entsorgung durch hierzu beauftragte Einrichtungen zu bezahlen.

Eine einfache Möglichkeit, derartige Aufgaben zu verrichten, wäre ein Flugring-Raumfahrzeug, das aus kaum mehr besteht, als aus einem Antriebsring und ein in diesen eingehängtes Netz oder eine sackförmige bzw. käscherförmige Sammeltasche, mit dem das Raumfahrzeug den Weltraumschrott einsammelt.

Steuerung, Empfangs-und Sendeeinheiten sowie Kameras dieses Raumfahrzeuges wären mit entsprechenden Halterungen ähnlich wie die Thrustereinheiten am Aussenring angebracht.

430 Solange der fliegende Käscher vorwärts beschleunigt, werden die gefangenen Objekte durch den Beschleunigungsdruck im Netz gehalten.

435 Beschleunigt der Käscher plötzlich in die Gegenrichtung, was ihm ohne weiteres durch die gegenläufige Ausrichtung der Doppelthrustereinheiten möglich ist, bewegen sich die eingefangenen Objekte mit der bisherigen Geschwindigkeit weiter in die bisher eingehaltene Richtung und verlassen das Netz/ den Käscher wieder.

440 Somit könnte der Weltraumschrott elegant z. B. durch Kollisionskurs in Richtung Mond gestossen und damit auf diesen entsorgt werden, während der Käscher seinen Kollisionskurs beendet und weiteren Schrott zur Entsorgung sammelt.

445 Für ein derartiges Fahrzeug wäre es bei entsprechender Größe auch kein Problem, Satelliten „einzufangen“ und anschließend auf einen anderen Orbit zu transportieren, also meistens um die Orbitbahn wieder zu erhöhen.

450 Gegenüber dem nachstehend noch beschriebenen von der Firma Orbital Recovery vorgesehenen Andockvorgang, bei dem das andockende Recovery Raumfahrzeug sich an einem Satelliten ohne hierfür vorgesehene Andockeinrichtung befestigen muss, bestünde hierbei nicht die Gefahr eines Abdriftens bzw. einer nicht mehr beherrschbaren Rotation des Satelliten.

455 Eine andere Option ist die Einfügung eines Netzes/Sackes/Käschers als Funktionseinheit in den Innenring eines Solarseglers bzw. Raumfahrzeuges. Durch Verwendung eines Solarseglers wird die Einsatzdauer erheblich erhöht, bevor der Ersatz der aufgebrauchten Thrustereinheiten (mit dem damit zusammenhängenden Treibstofftank) erforderlich ist.

460 Als Material für das Schleppnetz bzw. den Schleppsack wird ein Gewebe aus Carbon-Nanotube-Fasern (CNT) vorgeschlagen, mindestens jedoch carbonfaserverstärktes Kompositgewebe. Der Vorteil dieser Käscher-/ und Sack-Raumfahrzeuge besteht in der einfachen Möglichkeit, durch Ansteuern Material bzw. Objekte einzusammeln und ggf. zu entsorgen, ohne das hierfür besondere Sammelgerätschaft wie z. B. Roboterarme verwendet werden müßten.

465 Eine weitere Verwendungsmöglichkeit eines derartigen fliegenden Käschers/Sackes wäre die Aufnahme und der Transport von z. B. auf Asteroiden oder auf Monden gewonnener Rohstoffe.

470 So könnte das SSI-Mass-Driver Konzept, bei dem ferromagnetische Objekte bzw. Rohstoffe mit Hilfe magnetischer Schienen in den Weltraum geschleudert werden, in einem derartigen Käscher, der die geschleuderten Objekte an seinem Zielort wieder einfängt, seine ideale Ergänzung finden.

475 So könnten geförderte Erze, bzw. metallhaltige Gesteine vom Ursprungsort zum Bestimmungsort oder zu einem Verteilungsknoten befördert werden, ohne dass hierfür Raumfahrzeuge erforderlich wären.

480 Eine weitere Möglichkeit wäre das Mass-Driver Schleudern von magnetischen Material-Containern um z. B. staub- und sandartige Rohstoffe zu befördern. Ein wesentlicher zusätzlicher Vorteil ist, dass diese Container auch nichtmagnetische Materialien transportieren können und das sie mit einem Sender und ggf. einem rudimentären Thrusterantrieb ausgestattet sein könnten, der sowohl die Positionsbestimmung als auch das Einfangen vereinfacht.

Fig. 9 zeigt einen fliegenden Käscher (hauptsächlich für das Einsammeln von Weltraummüll und Erhöhung von Satellitenorbits gedacht) Fig. 9 a zeigt einen fliegenden Sack, der eher zum Einsatz als flugfähiger Rohstoffsammelbehälter gedacht ist.

485

### **Trägerschiff mit Innenring als Reparatur- und Wartungseinheit sowie Schleppereinrichtung**

Ein mit einem Innenring versehenes Raumfahrzeug bzw. Solarsegler könnte mit einer flugfähigen Reparatereinheit ausgestattet, als Werkstatteinheit dienen. Diese würde aus einem flugfähigen Thrusterring mit darin eingepaßten Werkzeug-/ Ersatzteil- und Abfall-Container bestehen, auf den der Oberkörper eines Reparatur-Roboters aufgesetzt ist.

Dieser Reparatur-Roboter hätte vorzugsweise 4 Arme, da er im freien Raum Reparaturen bzw. Wartungsarbeiten (z. B. Austausch der Thrustereinheiten) vornimmt, bei denen er sich am Reparatur-Gegenstand mit zwei Armen festhält und dabei mit den beiden anderen Armen und Händen repariert.

Das zweite Armpaar ist deshalb so wichtig, weil im schwerelosen Raum jede noch so geringfügige Berührung ein Abstoßen vom zu wartenden bzw. zu reparierenden Objekt bewirken kann und auch die Möglichkeit gegeben sein muss, um Gegendruck auszuüben.

Sicherlich wäre auch eine Befestigung durch Leinen, Anker, Magnetleinen u. ä. denkbar. Die Lösung mit dem zweiten Armpaar und flugfähigem Untersatz scheint jedoch die praktischste zu sein.

Ein weiteres Erfordernis für eine menschengesteuerte robotische Reparatur-Einheit wären zwei Kameras, die an einem kopfartigen Gebilde angebracht sind. Hierdurch könnte ein menschlicher Scheindruck für die Fernsteuerung mittels Virtual Reality Steuerung durch menschliche Astronauten entstehen.

In erster Linie ist diese Wartungseinheit dafür gedacht, Einheiten einer Raumflotte aus Solarseglern und Raumfahrzeugen mit Thrusterring nach diesem Patentantrag zu warten, insbesondere also die steckbaren Thrustereinheiten nach Anspruch 8) des Vorantrages auszutauschen und da diese gleichzeitig mit einem Tank versehen sind, hierdurch gleichzeitig „nachzutanken“.

515

Auch das Betanken von mit einem außenliegenden Tankanschluss versehenen größeren Thrustereinheiten könnte durch derartige Wartungsroboter mit Thrusterring vorgenommen werden.

Im Idealfall würden also die Einzeleinheiten einer Raumflotte nicht mehr zur Wartung oder zur Treibstoffaufnahme zu einer Raumstation zurückkehren, sondern sie würden von dem Wartungsschiff das gleichzeitig ein Ersatzteillager darstellt, am Einsatzort aufgesucht. Durch Warten mehrerer Schiffe, die sich in räumlicher Nähe zueinander befinden, könnten daher Rückkehrzeiten eingespart werden.

525

530 Auf dem Trägerschiff mitgeführte Ersatzteile, wie z. B. Solarzellen, Thrustereinheiten, Solarsegelstoff und Ringsegmente lassen eine weitere Verlängerung der Einsatzdauer zu.

535 Sollte die Notwendigkeit bestehen, Objekte abzuschleppen, könnte auch der Einsatz von 3 ineinander gestaffelten Einheiten erfolgen, z. B. zwei Solarsegler und die Reparatur-Funktions-Einheit, wobei die Reparatur-Einheit die Kopplung der größten Einheit mit dem Abschleppgut vornimmt und dann wieder mit dem zweiten kleineren Thrustersegler koppelt und separat den Rückweg antreten kann.

### 540 **Verwendung des Innenringes für Weltraumschlepper (space tug) und Ladungstransport**

545 Durch den Innenring, der bei sehr großen Einheiten durchaus auch beträchtliche Ausmaße einnehmen kann, (etwa ein 1000 m Raumschiff mit 100 m oder 200 m Innenring) ist es möglich, Objekte, z. B. Satelliten oder kleine Asteroiden in das Zentrum des Raumschiffes einzuspannen und in eine andere Richtung zu beschleunigen ohne das die im Ring gehaltenen Objekte auf einmal ein Eigenleben entwickeln.

Der Innenring bietet somit durch die sichere Befestigung des Ladegutes die Möglichkeit, das Raumfahrzeug auch mit aufgenommener Last komplikationslos zu lenken.

550 Bei der Lenkung ist gerade der große Hebel, den die Thruster am Außenring des Raumfahrzeuges bei Unterbringung der Ladung im Zentrum besitzen, behilflich. Unterstützt wird eine derartige Einspannaktion durch die Verwendung von am Innenring angebrachten Seilwinden mit entsprechendem Haltewerkzeug, wie z. B. Seile, Gurte, Magnete, Halteringe, Karabinerhaken, u. ä., wobei die Winden durch entsprechendes Anziehen für eine stramme  
555 Spannung sorgen können.

### **Innenring-Seilwinden mit unterschiedlichen Funktionen (Fig. 8)**

560 In Fig. 8 sind 4 elektrische Seilwinden 5.2 mit 4 unterschiedlichen Funktionalitäten dargestellt. Die Aufnahme von vier unterschiedlich ausgestatteter Winden erfolgte nur zur Verdeutlichung der verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten.

565 Sinnvoller ist es selbstverständlich, mindestens zwei, idealerweise 4 gleichartige Winden zur sicheren Befestigung im Inneren der Struktur zur Verfügung zu haben. Durch entsprechendes Anziehen der Winden, so dass für jede einzelne eine gleichmäßige Spannung entsteht, können die zu transportierenden Lasten sicher und ohne bei Kursänderungen bzw. Beschleunigungen unkontrolliert umherzuschlagen, eingespannt werden.

570 Ein Transport- bzw. Containerschiff wäre z. B. mit mindestens 4 Karabinerhakenwinden, die im Abstand von 90 Grad am Innenring angebracht sind, ausgestattet.

575 Die erste Seilwinde 5.2 links oben verfügt lediglich über ein Seil, bzw. einen Gurt, das/der an dem Transportgut extern durch Roboter bzw. Astronauten befestigt werden muß. Die nächste Seilwinde rechts oben ist mit einem Ring am Ende des Seiles bzw. Gurtes ausgestattet, die in der Regel ebenfalls von Astronauten/Robotern platziert werden müssen.

Bei der Winde rechts unten handelt es sich um einen Karabinerhaken, dessen Schließteil in diesem Fall nicht an der Seite, sondern oben öffnet. Gedacht ist hierbei hauptsächlich an das Aufnehmen von Weltraum-Transportbehältern mit Außenring bzw. entsprechenden hierfür  
580 vorgesehenen Halterungen zur Befestigung der Haken.

Diese Möglichkeit der einfachen (sogar robotisch gesteuerten) Lastenaufnahme und Befestigung ist einer der wichtigsten Vorteile derartiger mit Antriebs-Außen- und Andock- Fracht-Innenring  
585 ausgestatteten Solarsegler/Raumfahrzeuge gegenüber den riesigen, quadratischen Masten-  
Solarseglern zum Ladungstransport, die in den bisherigen Solarseglerdesigns verwendet wurden.  
Der Erfinder/Autor kann sich nicht vorstellen, wie die Aufnahme, bzw. das Entlassen von  
Ladung bei einem derartigen riesigen Mastensegler erfolgen soll, ohne das das Raumfahrzeug  
durch umherschlagende Ladung gefährdet wird, insbesondere durch Bruchgefahr der Mastlager  
oder Gefahr der Beschädigung des Solarsegels.

590 Auch wenn sich diese Probleme evtl. durch entsprechende Navigation und Bewegung des  
Raumfahrzeuges meistern lassen könnten, würde die hierfür erforderliche Logistik insbesondere  
bei aus großer Entfernung gesteuerten Raumfahrzeugen die Handhabung nur unnötig  
erschweren.

595 Die genannte Einspannmöglichkeit ist auch aus anderen Gründen nicht zu unterschätzen. So hat  
z. B. die US-Firma Orbital Recovery ein Konzept erarbeitet, um Satelliten, deren  
Treibstoffvorrat zu Ende geht und deren Orbit sich immer mehr der Erde nähert, wieder auf  
einen erdferneren Orbit zu versetzen (GLES (TM) – Geosynch Spacecraft Life Extension  
600 System).

Dies könnte lt. Aussagen von Orbital Recovery die durchschnittliche Lebensdauer eines  
Satelliten von 15 Jahren auf 25 Jahre verlängern, was bei den nicht unerheblichen Kosten für  
Herstellung und Launchen eines Satelliten eine deutliche Kosteneinsparung bedeuten würde.

605 Hierfür wurde ein Ionen-Thruster getriebenes Raumfahrzeug konstruiert, für das offensichtlich  
laut Internetseiten der Firma noch ein Patentantrag anhängig ist.

Dieses Fahrzeug soll sich an den zu schleppenden Satelliten anheften, diesen mit Hilfe des  
610 Ionen-Antriebes auf den vorgesehenen Orbit schleppen und auch weiterhin bis zum Ablauf der  
Benutzungsdauer an diesem als Ersatzantriebseinheit befestigt bleiben.

Das Kopplungsmanöver ist nach Ansicht von Experten lt. NewScientist.com **jedoch nicht  
615 gerade ungefährlich, ein kleiner Stoß könnte den Satelliten derart in Drehung versetzen,  
dass er unkontrolliert rotiert. Das Schleppfahrzeug, welches nicht mit Haltemöglichkeit  
versehen ist, wäre in einem solchen Fall hilflos und die Mission gescheitert.**

Ein Antriebsring-Raumfahrzeug mit Andockring würde bei einem ähnlichen Einsatz zumindest  
die Kopplung vereinfachen, da das Einspannen eines Satelliten von mehreren Seiten mittels der  
620 am Ring befestigten Seilwinden möglich wäre und ein allerdings noch zu entwickelnder Roboter  
auf der Service-Funktionseinheit mit seinen vier Armen mit einer kritischen Situation besser  
umgehen könnte.

- 625 Eine weitere Möglichkeit wäre, das Schleppfahrzeug mit flugfähigen Halte- (insbesondere Elektromagneten) bzw. Greifvorrichtungen zu versehen, die an den Enden der Seile/Gurte der Seilwinden befestigt sind. In Fig. 8 ist dies durch die Seilwindeneinheit 5.2 links unten dargestellt.
- 630 Es handelt sich hierbei wieder um einen allerdings kleineren Flugring, der bereits im Vorantrag behandelten Bauart. Ein derartiger Flugring könnte z. B. auch einem Astronauten helfen, an einen gewünschten Einsatzort zu gelangen. Er wird einfach durch Einziehen der Seilwinde an den Innenring gezogen und dort ggf. noch unterstützt durch Elektro-Magnethalter solange am Ring gehalten, bis er zum Einsatz kommt.
- 635 Die einfachste Art der Kopplung scheint die elektromagnetische zu sein. Daher ist es sinnvoll, wenn die Windenflugeinheit mit einem schaltbaren Elektromagneten und das Transportgut selbst magnetisch oder zumindest mit magnetischen Ankopplungsflächen, die an den hierfür günstigsten Stellen angebracht sind, ausgestattet ist.
- 640 Der Ankopplungsvorgang erfolgt dann durch Annäherung der Windenflugeinheiten an das Transportgut, Einschalten des Elektromagneten und Kontaktaufnahme. Durch Anziehen der Winden bis zur gewünschten Transportspannung wird das Transportgut dann während des Transportes im Innenring gehalten. Anschließend kann es dann wieder entlassen oder sogar zunächst durch die Windenflugeinheiten an ihren Bestimmungspunkt befördert werden (falls
- 645 sich dieser im Weltraum befindet).
- Der Erfinder geht hierbei davon aus, dass bei Verwendung von Ionen-Thrustern an den Flugringen der Windenflugeinheiten weder Schaden am Transportgut noch am Raumtransportfahrzeug entsteht, weil im Gegensatz zu chemischen Antrieben nur geladene
- 650 Teile (z. B. aus Xenon-Gas) anstelle von gezündetem Treibstoff ausgestoßen werden.
- Als Material für die Seile/Faden/Gurte der Seilwinden schlage ich vor, dass hierfür Carbon Nanotube- (CNT) Materialien verwendet werden, die bereits heute (z. B. durch die französische Firma Nanoledge) industriell hergestellt werden.
- 655 Dieses Material ist unvorstellbar reißfest, weltraumtauglich und zudem noch elektrisch leitend. So könnte z. B. mit einem CNT-Faden von Nähgarnstärke auf der Erde ein Auto in der Luft gehalten werden (Quelle Edwards/Westling „The Space Elevator“).
- 660 Dies ist natürlich im Weltraum (und auf gravitationsarmen Asteroiden) vollkommen ausreichend, da im Weltraum keine Gravitation zu überwinden ist, so dass ein derartiger „Bindfaden“ Objekte ziehen bzw. halten könnte, die auf der Erde tausende von Tonnen wiegen würden.
- 665 Zudem kommt die elektrische Leitfähigkeit gerade recht, um den für den Elektromagneten erforderlichen Strom zu leiten. So könnte z. B. ein verzwirnter Faden aus mindestens zwei CNT Strängen erzeugt werden, von denen mindestens einer oder ggf. auch beide elektrisch isoliert sind, damit die erforderlich positive und negative Spannung über die Fäden vom Raumschiff zu den Elektromagneten der Windenflugeinheiten geführt wird.
- 670

**Ersatz der Halte- und Tragegurte 2.1, 2.2 und 2.3 durch hochreissfeste „Fäden“ in der Form einer Bespannung**

675

Nicht nur (aber auch) die o. a. enorme Widerstandsfähigkeit des Nanotube-Materials, sondern auch die zu erwartenden geringen mechanischen Belastungen, haben den Entwickler dazu gebracht, sein ursprüngliches Konzept der Gurtbefestigungen im Thrusterring noch einmal zu überdenken.

680

Die Gurte haben ihre Vorteile, z. B. eine unvorstellbare Haltbarkeit, die Verwendbarkeit bewährter Gurtbefestigungstechnologien (Ratschen, Spanner, etc.) und auch die Chance, das ein Gurt selbst bei Impacten mit Micro-Meteoriten nicht vollständig zerstört wird, weil wenige dieser Meteorite einen größeren Durchmesser als 2 cm haben (The Space Elevator, Seite 27).

685

Nanotubes haben eine theoretische maximale Zugfestigkeit von 3000 Tonnen je Quadratzentimeter (The Space Elevator Seite 9), dies entspricht einem 1mm dicken Gurt von 10 cm Breite.

690

Selbstverständlich kann diese theoretische Stärke (noch) nicht erreicht werden, jedoch rechnen die Autoren dieses Sachbuches für das Kabel ihres Space Elevators mit immerhin noch 1327 Tonnen Tragfähigkeit je cm<sup>2</sup> Stärke.

695

Ist es jedoch außer bei schnell rotierenden Gebilden wie der im Vorantrag behandelten Rotationsschleuder unbedingt nötig, eine derartige Haltbarkeit im Weltraum zu fordern? Und dies in einer Umgebung in der tonnenschwere Massen kein, bzw. kaum ein Gewicht haben oder sich im Zustand des freien Falles befinden und die regelmäßige Belastung der Struktur überdies noch durch das geringe Beschleunigungsvermögen der verwendeten Solarsegel und Ionen-Thruster-Antriebe begrenzt ist.

700

Für ein Forschungsraumschiff, das ausschließlich im Weltraum eingesetzt wird und nur die erforderlichen wissenschaftlichen Instrumente und Solarzellenanlagen zur Stromerzeugung als Nutzlast befördert, sicherlich nicht.

705

Wie würde das Ganze aussehen bei einem Lander, der auf einem Asteroiden landet und dort Rohstoffe gewinnt und wieder abtransportiert?

Nehmen wir als Beispiel einen größeren Asteroiden oder den Marsmond Phobos der z. B. eine für einen Kleinplaneten bereits recht respektable Schwerkraft von einem Tausendstel der irdischen Schwerkraft entwickelt.

710

Eine gewonnene und vom Asteroiden abtransportierte Rohstoffmenge von einer Erden-Tonne hätte ein Asteroiden-Gewicht von lediglich einem kg..

715

Selbst ein „normaler“ Carbonfaser Bindfaden von 1 mm<sup>2</sup> Stärke (mit einer möglichen Zugbelastung von 210 to je Quadratzentimeter, also 2,10 to je qmm) wäre hoffnungslos überdimensioniert, um diese Last bei einem Start zu halten.

720

Die Idee ist daher das Design des Kopfes eines Badmintonschlägers auf die hier behandelten Raumfahrzeuge mit Thrusterring zu übertragen.  
Das heißt, der Thrusterring erhielte eine netzartige Bespannung mit sich kreuzenden (idealerweise rechtwinklig kreuzenden) Fäden.

725

Die Spannung dieser Fäden würde eine relativ rigide Fläche abgeben, auf der nahezu beliebig an allen Stellen der Ebene, Nutzlast befestigt werden kann (z. B. durch einfaches Festbinden und Verknoten, jedoch auch unter Verwendung entsprechender Beschläge, wie z. B. Greifhaken). In der Regel würde dies derart erfolgen, das Solarsegel und Solarzellen auf der einen meist der Sonne zugewandten Seite befestigt sind, während die restliche Nutzlast auf der Unterseite der Bespannung untergebracht ist.  
Allerdings wäre der Rahmen in diesem Fall der idealerweise regelmäßig runde Thrusterring. Durch das Rohr dieses Ringes müssten vollständig durch beide Wände durchgehende Löcher, die etwas weiter sind als der Durchmesser des Fadens, gebohrt sein.

730

735

Der Faden hätte jeweils an einem Ende eine Verdickung bzw. einen Knoten und würde am äußeren Loch der äußeren Rohrwand eingefädelt, durch das parallele Loch auf der inneren Seite der Rohrwand ebenfalls hindurchgeführt und auf der anderen Seite des Ringes zunächst durch die innere Rohrwand und dann durch die äußere Rohrwand nach außen gezogen und dort idealerweise gespannt verknotet.

740

Durch die separate Verknotung jedes einzelnen Fadens wäre selbst bei Zerstörung einzelner Fäden durch Meteoriten-Impact weiterhin eine gewisse Festigkeit der Struktur gegeben, solange nicht der Außenring ebenfalls beschädigt wird.

745

Auch bei der Bespannungstechnik könnte auf Erfahrungen bei der Bespannung von Badminton-Schlägern durch Verwendung ähnlicher Gerätschaften und Techniken zurückgegriffen werden.

So hat es sich bewährt zunächst sämtliche parallel liegenden Sehnen einzuspannen und sodann die kreuzenden Sehnen von oben gesehen jeweils abwechselnd unter sodann über der nächsten und dann wieder unter der übernächsten Sehne usw. hindurchzufädeln, wodurch sich eine nach allen Seiten verstärkende Bespannung ergibt, die auftretende Punktbelastungen zu einem großen Teil auf die Gesamtstruktur ableitet und verteilt.

750

Welchen Sinn hat nun die Verwendung von Fäden anstelle der im Vorantrag vorgeschlagenen Gurte zur Erzeugung der erforderlichen Trage- und Haltestruktur zur Nutzlastbefestigung?

755

Durch die Verwendung von Fäden kann das Gesamtgewicht einer derartigen Haltestruktur noch einmal deutlich reduziert werden, insbesondere wenn es sich um größere Einheiten handelt.

Weniger Gewicht der Grundstruktur bei gleichzeitiger Beibehaltung der Funktionalität bedeutet jedoch eine höhere Beschleunigung, sowie hierdurch eine höhere Endgeschwindigkeit bei gleicher zur Verfügung stehenden Beschleunigungskraft und/oder die Möglichkeit zusätzliche Nutzlast mitführen zu können.

760

Gerade z. B. bei Solarseglern, die mit sehr niedrigen Beschleunigungskräften auskommen müssen, zählt jedes eingesparte Kilogramm besonders.

765

770 So würde z. B. allein ein 100 m langer Gurt von 1mm Stärke und einer Breite von 2 cm (0,001 m<sup>3</sup>) ein Erdgewicht von 4 kg bei der Verwendung von Graphite Fasern und ein Erdgewicht von 2,6 kg bei der Verwendung von CNT-Material haben.

775 Ein 100 m langer Faden von 0,5 mm<sup>2</sup> Stärke (50 cm<sup>3</sup>) hätte jedoch nur ein Gewicht von ca. 100 g bei Graphite und 65 g bei Nanotube-Material (Dichte Graphite 2,0 G/cm<sup>3</sup>, Dichte CNT 1,3 G/cm<sup>3</sup>) und wäre immer noch für die Verwendung im schwerkraftlosen Weltraum und auf schwerkraftarmen Asteroiden erheblich überdimensioniert, denn der CNT Faden könnte immer noch nicht benötigte 1,05 to Material tragen.

780 Selbst wenn die Zahl der verwendeten Fäden durch die Bespannungstechnik im Verhältnis zu einer Gurtbestückung noch deutlich erhöht würde, könnte immer noch Gesamtgewicht bei einer weiteren Reduzierung der Fadenstärke eingespart werden, obwohl gleichzeitig die auftretenden Lasten besser verteilt sind und die Befestigungsmöglichkeiten durch die höhere Zahl der Fäden zunehmen.

785 Obwohl durch die o. a. Bespannungstechnik bereits eine sehr leichte Raumfahrzeugstruktur bei gleichzeitig hoher Stabilität möglich ist, sind noch weitere Optimierungsmöglichkeiten vorhanden, indem die Rohrquerschnitte noch weiter auf die tatsächlich bei bestimmten Einsatzformen zu erwartenden Lasten verringert und die Zahl der Fäden auf die tatsächlich benötigte Zahl zum sicheren Halt der Nutzlast verringert wird.

790 Derart optimierte Raumfahrzeug-Strukturen, bei denen auf alle unnötigen Strukturteile verzichtet wird und nur dort Masse eingesetzt wird, wo sie zur Erhaltung der Stabilität und zur Befestigung von Nutzlast auch tatsächlich gebraucht wird, erlauben insbesondere bei Fahrzeugen, die hauptsächlich zur Fortbewegung ohne Nutzlasttransport in größerem Ausmaß  
795 vorgesehen sind, eine deutliche Geschwindigkeitssteigerung.

Dies kann durchaus mit der Erhöhung der Effektivität der Datenspeicherung im Computerbereich durch Kompression verglichen werden.

800

### **Ferromagnetische Befestigungsklammern als Befestigungshalter an Haltegurten**

805 Obwohl für „normale“ Raumfahrzeuge bei der Nutzlastbefestigung das vorstehende Haltenetz- bzw. Bespannungs-Verfahren wegen der geringeren Masse in den meisten Fällen sicherlich die bessere Lösung sein dürfte, hat auch das Gurtbefestigungs-Verfahren z. B. bei riesigen Objekten weiterhin seine Berechtigung.

810 Breite Streifen aus ferromagnetischem Material könnten genau an den gewünschten Stellen an den Befestigungs- und Haltegurten des Haltenetzes angebracht werden und würden es ermöglichen, Objekte magnetisch daran zu befestigen.

Die Anbringung würde durch einfaches Pressen mit einer Quetschzange erfolgen. Ein denkbares Einsatzgebiet wäre z. B. die Befestigung von Solarzellen an den Haltegurten eines großen Solarstrom-Weltraumkraftwerkes.

815

### **(Privat-)wirtschaftliche Anwendungsmöglichkeiten**

820 Während die bisherigen Entwicklungen in der Raumfahrt zwar wissenschaftliche und technologische Fortschritte auch in anderen Bereichen erbracht haben, sind mit Ausnahme der Verwendung von Satelliten für die Fernseh- und Nachrichtenübertragungen, sowie für militärische Anwendungen zunächst einmal kaum Applikationen entstanden, mit denen auf Gewinn ausgerichtete Wirtschaftsunternehmen Geld verdienen könnten, soweit sie nicht einfach Raumfahrtprodukte für öffentliche Auftraggeber herstellen.

825 Für die Raumfahrtindustrie und Weiterentwicklung der Raumfahrt besteht immer die Gefahr, dass der Steuerzahler nicht mehr bereit ist, die enormen Summen in der gleichen Höhe weiter zu zahlen wie bisher.

830 Insbesondere gilt dies z. B. bei Abstürzen von Raumfahrzeugen und Tod von Astronauten, sowie bei Krieg und Kriegsgefahr und dem damit verbundenen höheren Kapitalbedarf aber auch einfach bei wirtschaftlichen Abschwüngen und dadurch knapperen Finanzmitteln.

835 Um ein wirtschaftliches Disaster für die betroffenen Unternehmen und ihre Arbeitnehmer zu vermeiden, ist es daher dringend erforderlich, neue Betätigungsfelder für die Raumfahrtindustrie zu erschließen, die in absehbarer Zeit einen Gewinn versprechen.

840 Es ist aber auch erforderlich, die horrenden Kosten für einzelne Missionen zu senken, was durch den Einsatz wiederverwendbarer Raumfahrzeuge, die im Raum stationiert bleiben, (wie den hier vorgestellten Solarseglern) sowie der treibstoffsparenden Solarsegel-Technologie und der hier ebenfalls vorgestellten Modularisierung nach Meinung des Erfinders durchaus möglich wäre.

845 Die hier entwickelten Mutterschiffe müssen nicht immer wieder neu in den Weltraum katapultiert werden und können für viele unterschiedliche Missionen Anwendung finden. Sie können durch Austausch der Thrustereinheiten nachgetankt und auf die neuesten Thrustertechniken modernisiert werden.

850 Für die Durchführung spezieller Missionen sind nur die Tochtereinheiten (die zumeist auch mehrfach-verwendbar sind) neu zu planen, herzustellen und in den Weltraum zu befördern, wenn bereits mehrfach verwendbare Mutterschiffe zur Verfügung stehen.

855 Hierdurch könnten zum einen die auf eine einzelne Mission entfallenden Herstellungskosten für die verwendeten Raumfahrzeuge und zum anderen der Treibstoff- und Technologie-Aufwand zur Überwindung der hohen Hürde der Erdschwerkraft minimiert und bei Einsatz von Solarseglern hinsichtlich des Treibstoffverbrauches noch weiter reduziert werden.

860 Je weniger Treibstoff transportiert werden muss, desto mehr Leistung verbleibt für die Nutzlast oder desto niedriger wird wiederum der Aufwand für das Raumfahrzeug, das dadurch entsprechend schwächer (und damit kostengünstiger) ausgelegt werden kann.

Ein denkbares wirtschaftliches Betätigungsfeld für die vorgestellte Technologie wäre daher das Auffinden, Gewinnen und Verarbeiten von Rohstoffen im Weltraum.

865 **Auffinden, Gewinnen und Verarbeiten von Rohstoffen im Weltraum.**

Der vielversprechendste kurzfristig realisierbare Ansatz zur außerirdischen Rohstoffgewinnung liegt nicht in der Besiedlung des Mondes oder des Mars durch Menschen (insbesondere auch wegen des Aufwandes zur Bereitstellung lebenserhaltender Systeme und wegen der dort herrschenden relativ hohen Schwerkraft), sondern in der robotischen Rohstoffgewinnung von Asteroiden und Kometen, wobei dies möglichst sonnennah geschehen sollte.

870 Diese Kleinplaneten haben eine äußerst geringfügige Gravitation, so daß es für die Thrusterring-Solarsegler mit Hilfe der normalerweise für die Steuerung verwendeten Thruster möglich ist, über diesen schwebend Proben zu entnehmen und erforderlichenfalls sogar zu landen und danach wieder aufzusteigen bzw. dies durch den mitgeführten Lander durchführen zu lassen.

880 Etwas, was sämtliche bisher konzipierten Solarsegel-Modelle nach Auffassung des Erfinders nicht leisten können.

Sowohl die wegen der Mikrogravitation erheblich geringere Dichte des Bodens und damit leichtere Förderbarkeit als auch die Qualität der Rohstoffe spricht für die Rohstoffgewinnung von Asteroiden.

885 Bei den schwereren Himmelskörpern wie Monden und Planeten sind die schweren und wertvollen Metalle aufgrund der Gravitation zum großen Teil in tiefere, nicht mehr erreichbare Bereiche abgesunken, während bei den Kleinstplaneten die Förderung fast noch an der Oberfläche möglich ist.

890 Herkömmliche Raumfahrzeuge mit chemischem Antrieb wären für einen derartigen Einsatz eher ungeeignet, da sie wenn sie denn überhaupt in der Lage wären, einen Asteroiden an seinem Aufenthaltsort mit dem verfügbaren Treibstoff zu erreichen, Probleme hätten, auch noch dort zu landen, wieder aufzusteigen und zur Erde zurückzukehren.

895 Die Ausbeutung von möglichst sonnennahen Asteroiden ist deshalb so günstig, weil die Antriebskraft des Solarsegels bei der Halbierung der Entfernung zur Sonne quadratisch ansteigt (bei 0,25 AU, also einem Viertel der Erde Sonnenentfernung aus Richtung Sonne ist die auf das Segel einwirkende Sonnenstrahlung 16 mal so stark wie auf Erdhöhe) und ebenso die für den Ionen-Thruster-Betrieb erforderlichen Sonnenstrahlung, die auf die Solarzellen einwirkt.

900 Sowohl die Segelfläche und damit die Größe des Seglers als auch die Solarkollektoren können daher bei einer Annäherung an die Sonne erheblich kleiner ausgelegt werden.

905 Obwohl Solarsegel vermutlich selbst auch aus eigener Kraft über Asteroiden schweben können, ist eine bessere Manövrierbarkeit bei ausschließlich thrustergetriebenen Fahrzeugen zu erwarten.

910 Die hier vorgestellte Möglichkeit des Einsatzes von Raumfahrzeugkombinationen, bestehend aus dem mit einem Solarsegel versehenen Mutterschiff und einem Lander, dessen Antriebsring ausschließlich mit Thruster-Antrieb (insbesondere Ionen-Antrieb) versehen ist, ist daher eine gute Alternative.

Hierbei landen bzw. schweben lediglich die andockfähigen, massearmen Landereinheiten, auf/über dem Kleinplaneten, während das große und schnellere Mutterschiff für den eigentlichen  
915 Transport zuständig ist.

Dieser Lander könnte mit einem Fallschirm ausgerüstet sein, der von vornherein an der Oberseite seines Antriebsringes in ausgefaltetem Zustand befestigt wäre.  
920 Nach dem Rücktransport durch den Muttersegler in die Erdumlaufbahn könnte er dann ein zweites Mal vom Mutterschiff abkoppeln und mit Hilfe des Fallschirms auf der Erde landen. Sollte er dies unbeschädigt überstehen, würde einer Wiederverwendung nach Austausch der Thruster ebenfalls nichts im Wege stehen.

925 **Ist die vom Erfinder behauptete Landefähigkeit auf, bzw. Schwebefähigkeit über einem Asteroiden einschließlich Ankunft und Rückkehr mit niedrigbeschleunigenden Thrustern überhaupt realistisch?**

Das ein Ionen-Triebwerk durchaus größere und schwerere Gebilde als Hauptantrieb antreiben  
930 kann, zeigt das Smart I Raumfahrzeug der ESA. Der 75 Milli-Newton-Antrieb (7,5 Gramm Schubkraft pro Sekunde) schafft es, die Umlaufbahn des 367 kg (hiervon 80 kg Treibstoff) schweren Flugkörpers um die Erde immer weiter zu erhöhen, so dass er schließlich in eine Mondumlaufbahn gelangen soll.

935 Gerechnet wird mit einer 2 bis 2,5 Jahre dauernden Mission, während der das Triebwerk fast kontinuierlich arbeitet.

Das Smart I Triebwerk wäre allerdings bei Verwendung mehrerer Thruster an einem Antriebsring wegen des zu hohen Gewichtes und der zu großen Ausmaße überdimensioniert  
940 und nicht praktikabel.

Als Beispiel für die Verwendung an einem Thrusterring-Fahrzeug könnte das russische SPT-60 Triebwerk, das bereits seit 1971 im Weltraum zur Korrektur von Satelliten-Umlaufbahnen verwendet wird, gelten.  
945

Es besitzt eine Antriebskraft von 30 mN und wiegt 1,2 kg. Quelle  
<http://www.videocosmos.com/magazine/nk0799.html>

Da bei dem Design nach Fig. 1 mind. 4 Thruster in eine Richtung antreiben, würden 120 mN  
950 Antrieb erreicht, also insgesamt doch deutlich mehr als der Smart I Antrieb mit seinen 75 mN.

Wäre nicht die begrenzte Treibstoffkapazität, könnte dieses Raumfahrzeug somit bei gleichem Gewicht wie Smart I den Mond oder eben auch erdnahe Asteroiden (Near Earth Asteroides – NEAs) - ggf. aus eigener Kraft erreichen, ohne das Solarsegel hierzu benutzen zu müssen.  
955

Durch die extreme Leichtbauweise und wegen des damit verbundenen geringeren Gewichtes gegenüber Smart I könnte es dies jedoch deutlich schneller als dieses.

960

Das Gesamtgewicht der 12 Doppelthrustereinheiten nach Fig. 1 mit insgesamt 24 Thrustern würde mindestens  $24 \times 1,3 \text{ kg}$  (1200g Thrustergewicht und etwa 100 g das umgebende Rohr) = 31,2 kg wiegen.

965 Im Gegensatz zu den für Smart I benötigten 80 kg Treibstoff würden je Doppelthrustereinheit (s. hierzu Fig. 2.a bis Fig. 2.d) jedoch nur etwa 600 Gramm Treibstoff mitgeführt, insgesamt also nur 7,2 kg.

Das Gesamtgewicht der mitgeführten Ionenantriebe einschließlich Treibstoff würde in einem derartigen Fall somit unter 40 kg ausmachen.

Ein Solarsegler mit einem derart ausgestatteten Thrusterring wäre jedoch in der Lage, deutlich länger als Smart I mit Beschleunigung eingesetzt zu werden, da der Hauptantrieb nicht mit den Thrustern sondern mit dem Segel erfolgt und die Thruster nur dazu benötigt werden um das Raumfahrzeug in die gewünschte Lage zu der antreibenden Sonnenstrahlung zu drehen.

975 Es muss somit erheblich weniger Treibstoff mitgeführt werden.

Schauen wir uns nun einmal die Antriebskraft eines runden Solarsegels von etwa 100 m Durchmesser an.

980 Auf Erdoberfläche entwickelt ein Solarsegel von der Größe eines Quadratkilometers ca. 9 Newton Antrieb. Umgerechnet auf das kleinere 100-m Segel wären dies etwa 70 mN, also geringfügig weniger als der Hauptantrieb von Smart I.

985 Dies wäre somit ausreichend um das (leichtere) Solarsegel-Raumfahrzeug genau wie Smart I aus dem Erdorbit langsam in den Weltraum hinauszutreiben. Je weiter es sich hierbei der Sonne nähert, umso stärker steigt jedoch die Leistung des Segels.

#### **Welche Masse hätte z. B. ein 100-m Mutter-Segler mit 5-m Lander?**

990 Es soll hier nur eine grobe Schätzung für die tragende Struktur, sowie Solarsegel und Thruster mit Treibstoff für ein 100 m Mutterschiff mit einem 5 m Lander vorgenommen werden. Bezüglich wissenschaftlicher und sonstiger Nutzlast sowie Solarkollektoren wird auf den Versuch einer Schätzung verzichtet.

995 Bei dem Mutterschiff handelt es sich um einen Solarsegler mit 12 Doppelthrustereinheiten, einem 100-m Außenring und einem 5,5 m Innenring aus CNT-Rohr-Material mit einem Durchmesser von 6 cm und einer Wandstärke von 1 mm.

1000

1005

1010 Der Außenring ist im Innenbereich mit einer Bespannung von 0,5 mm CNT-Fäden versehen, die in einem Abstand von 25 cm gesetzt ist und den Innenring im Zentrum des Raumfahrzeuges hält.

**Muttersegler (mit 6cm Außenring, Innenring, Haltenetz Fadenabstand 25 cm)**

1015	CNT-Außenring d = 100 m	ca.	60.000 cm <sup>3</sup>	= 78,0 kg (1,3 g / cm <sup>3</sup> )
	CNT-Innenring d = 5,5 m	ca.	3.260 cm <sup>3</sup>	= 4,2 kg
	CNT-Solarsegel d = 100 m	ca.	7826 m <sup>2</sup>	= 55,0 kg (7g / m <sup>2</sup> geschätzt)
1020	CNT-Haltenetz aus etwa 800 Fäden mit insgesamt ca. 60.000 m Gesamtlänge	ca.	47100 cm <sup>3</sup>	= 61,0 kg (1,3 g / cm <sup>3</sup> )
	12 Doppelthrustereinheiten mit Treibstoff			= 40,0 kg

insgesamt =238,2 kg

1025 **Lander (ohne Solarsegel mit 6cm Außenring, Haltenetz Fadenabstand 10 cm)**

	CNT-Außenring d = 5 m	ca.	2.960 cm <sup>3</sup>	= 4,0 kg
	CNT-Haltenetz aus etwa 100 Fäden mit insgesamt ca. 350 m Gesamtlänge	ca.	275 cm <sup>3</sup>	= 0,4 kg

1030	6 Doppelthrustereinheiten mit Treibstoff			=12,0 kg
	insgesamt			=16,4 kg

1035 Bei dem Lander wurden russische SPT-50 Thruster mit 20 mN Schubkraft, einem Gewicht von 800 g und etwa 300 g Treibstoff je Doppelthrustereinheit zugrundegelegt.

1040 Das niedrige Gewicht der Grundstruktur des Landers von 16,4 kg scheint in keinem Verhältnis zu stehen, mit dem geradezu verschwenderischen Platzangebot von fast 20 m<sup>2</sup>, das zudem noch nach beiden Seiten, also oberhalb und unterhalb des Haltenetzes zur Verfügung steht.

Rechnet man etwa 120 kg für Solarzellen und sonstige Nutzlast hinzu, würden Mutterschiff und Lander zusammen etwa in der Gewichtsklasse von Smart I liegen, jedoch dessen Funktionalität und Einsatzbereich deutlich überschreiten.

1045 **Landung auf, bzw. Schweben über einem Asteroiden**

1050 Am 12.02.2001 landete die Ionen-Thruster getriebene NASA-Sonde NEAR-(Near Earth Asteroid Rendezvous) Shoemaker unbeschädigt auf dem Asteroiden Eros, obwohl sie nicht einmal hierfür konstruiert war.

1055 Im Hinblick darauf, dass Eros einer der größten erdnahen Asteroiden mit entsprechend „hoher“ Schwerkraft ist, scheint es offensichtlich nicht so schwer zu sein, auf einem Asteroiden zu landen.

Allerdings ist hierbei ein Steuerungsprogramm erforderlich, das dem Lander erlaubt, selbst Entscheidungen zu treffen und automatisch anzusteuern, denn eine Fernsteuerung dürfte wegen der Zeitverzögerung illusorisch sein.

1060

Wie steht es jedoch mit dem Starten bzw. Schweben über einem Asteroiden? Können die schwachen Ionen-Antriebe derartige Belastungen überhaupt meistern?

1065

Nehmen wir als Beispiel einmal den vorstehend behandelten Lander, der mit Nutzlast einschließlich der auf dem Asteroiden gewonnenen zurückzuführenden Materialien ein angenommenes Erdgewicht von 100 kg haben soll.

1070

Die durchschnittliche Schwerkraft auf Eros beträgt etwa 0,6 Promille der Erdschwerkraft. Der beladene Lander hätte auf Eros somit lediglich ein Gewicht von 60 Gramm. Wenn nun die vier im vorigen Beispiel beschriebenen russischen Thruster mit Ihren 20 mN, also insgesamt 80 mN (dies entspricht etwa 8 Gramm) den Lander antreiben würden, wären sie nicht in der Lage, diesen von Eros abheben zu lassen.

1075

Nun hat Eros allerdings auch die doch recht beeindruckenden Ausmaße von 34 mal 13 mal 13 Kilometern.

1080

Anders sähe die Rechnung jedoch bei erheblich kleineren Asteroiden aus, z. B. bei Asteroiden mit einem Durchmesser von etwa 1 km oder nur wenigen hundert Metern. Hier wäre durchaus ein Wiederaufsteigen des Landers mit Hilfe derart schwacher Ionen-Thruster möglich.

1085

So ist derzeit das von vier Ionen-Triebwerken beschleunigte japanische Raumfahrzeug Muses-C, oder auch Hayabusa genannt, unterwegs zum Asteroiden 25314 Itokowa. Dieser Asteroid hat eine geschätzte Größe von 490 mal 180 m und eine geschätzte Schwerkraft von von einem 750tausendstel der irdischen Schwerkraft.

1090

Dies bedeutet, der o. a. 100 kg Lander hätte in diesem Fall ein Asteroiden-Gewicht von lediglich 0,13 Gramm! Der 8 Gramm Schubkraft abgebende Ionen-Antrieb unseres obigen Beispiels wäre somit erheblich überdimensioniert.

1095

So gehen offensichtlich auch die Japaner davon aus, dass dieser Asteroid auch für Landungen von Fahrzeugen mit Ionenantrieb geeignet ist, denn es ist vorgesehen, das japanische Raumfahrzeug, das den Asteroiden im Juli 2005 erreichen soll, sowohl über dem Asteroiden schweben zu lassen, als auch zwei bis drei mal auf diesem zu landen um dort Proben zu entnehmen und dann wieder zu starten und die Proben zur Erde zurückzubringen.

1100

Die Japaner sehen aber gerade die Probenentnahme wegen der extrem niedrigen Gravitation als große Herausforderung an. Sie wollen hierbei ein Projektil mit einer geringen pyrotechnischen Ladung in die Asteroidenoberfläche feuern, mit der ein Teil der Oberfläche zerstört werden soll um anschließend die umherfliegenden Einschlagfragmente in einen Probenbehälter einzufangen. (Quelle: <http://www.spacedaily.com/news/japan-muses-c-04a.html> )

1105 Stünde ihnen hierfür ein Thrusterring-Raumfahrzeug der hier beschriebenen Art zur Verfügung, wäre dies erheblich einfacher, denn es könnte mit Hilfe der nach oben ausstoßenden Thruster einen gegen die Asteroiden-Oberfläche gerichteten Gegendruck ausüben und in Ruhe sogar Bohraktionen durchführen ohne das zu befürchten wäre, daß das Raumfahrzeug vom Asteroiden weggestossen würde.

1110 Die vorgestellte Thrusterring Bauart ist jedoch nicht ausschließlich auf elektrische Thruster angewiesen. So ist z. B. der europäische Nanosatellit SNAP I vom Surrey Space Centre mit Butan-Flüssiggasthrustern ausgerüstet, die einschließlich Treibstoffvorrat und „Tankraum“ (der Treibstoff ist in den Brennstoffleitungen untergebracht) nur mit 450 g Gewicht zu Buche schlagen und jeweils 100 mN Antrieb leisten.

1115 Es dürfte sicherlich kein Problem sein, speziell für den Lander auf eine Leistung von z. B. 250 mN (bei 4 Thrustern  $4 \times 250 \text{ mN} = 1 \text{ N} = 100 \text{ Gramm}$ ) angepaßte Miniantriebe dieser Art herzustellen, womit dann wiederum auch ein Start vom gravitationsstärkeren Asteroiden Eros problemlos wäre.

1120 Diese „cold gas thruster“ haben gegenüber den Ionen-Antrieben den Vorteil der höheren Leistung bei niedrigerem Gewicht und auch des niedrigeren Strombedarfs, so dass kleinere Solarzellen benötigt werden, was wiederum das Gewicht nochmals verringert.

1125 Nachteilig ist dann allerdings die geringere Effektivität und die durch die austretenden brennenden Gase verursachte Gefährdung des Mutterschiffes beim Ankoppeln. Da jedoch die Thrusterringfahrzeuge durchaus mehrere Thrusterarten am Ring unterbringen können, ist auch zusätzlich zum Ionen-Antrieb der Einsatz von Cold-Gas-Thrustern für Asteroidenstarts möglich.

### 1130 **Einsammeln/Gewinnen von Asteroiden-Material**

1135 Neben den vom Erfinder bevorzugten Elektromagneten sind selbstverständlich auch noch weitere Haltevorrichtungen wie z. B. Halteringe, Karabinerhaken, usw., die für verschiedene Zwecke durchaus ihren Sinn haben können, möglich und denkbar.

Hierbei sei insbesondere noch auf Roboterarme, bzw. greif- und baggerähnliche Greifvorrichtungen hingewiesen.

1140 So könnte z. B. ein Solarsegler bzw. Raumfahrzeug mit Thrusterring über einem Asteroiden schweben und dort mittels der Seilwinden-Flugringe 5.2 nach Fig. 8 und daran angebrachter Greif- und Sammelvorrichtungen von der Asteroiden-Oberfläche fels-, erz-, staub-, und sandartige Rohstoffe einsammeln.

1145 Auch der Lander des obigen Beispiels könnte an den Seilwinden mittels CNT-Fäden vom Mutterschiff, das sich z. B. 200 m über diesem befindet, nach unten gelassen werden. Vorteil dieser Verfahrensweise ist, dass bei staubigen Untergründen keine Staubwolke aufgewirbelt würde, die sich wegen der niedrigen Gravitation nicht mehr legt. So befindet sich z. B. auf dem Marsmond Phobos eine meterdicke Staubschicht; dies ist 1150 sicherlich auch bei einigen Asteroiden zu erwarten.

- 1155 Der Lander würde lediglich seine seitlich und nach oben ausstoßenden Antriebe verwenden. Das Abheben vom Untergrund könnte durch Anziehen der Winden oder Durchstarten durch das weit entfernte Mutterschiff erfolgen, so dass das Aufwirbeln von Staub hierbei vermieden wird.
- Das Aussetzen und Mitführen von Landefahrzeugen mit Rad- oder andersartigem mechanischem Antrieb macht nicht nur wegen der Staubbelastung auf Asteroiden mit geringer Schwerkraft keinen Sinn mehr.
- 1160 Z. B. könnte sich ein auf der Erde tonnenschwerer Bagger (abgesehen von der fehlenden Bodenhaftung für den Vortrieb) allein durch Einsatz seiner Schaufel in das Weltall oder zumindest in eine Umlaufbahn befördern, wenn er nicht in irgendeiner Form am Boden befestigt ist.
- 1165 Die sinnvollste Fortbewegungsart auf Asteroiden ist daher das Fliegen bzw. Schweben.
- Im Gegensatz zu Bodenfahrzeugen sind die hier behandelten Thruster-Ring-Raumfahrzeuge für das Gewinnen von Asteroiden-Bodenschätzen ideal, denn sie können sich nicht nur frei über der Oberfläche an nahezu jede gewünschte Stelle bewegen, sondern überdies ggf. diese auch noch aus eigener Kraft aus dem Weltraum ansteuern und das gewonnene Material zum ggf. weit entfernten Bestimmungsort (z. B. zur Erde) befördern.
- 1170
- Ebenso ist die Ausrichtung der Thruster-Antriebseinheiten, die sowohl nach oben als auch nach unten beschleunigen können, dazu geeignet den fehlenden, normalerweise durch Schwerkraft erzeugten Druck durch ihre Schubkraft zu erzeugen.
- 1175
- Zusätzlich können die Thrusterringfahrzeuge neben dem Druck nach unten auch eine Drehbewegung, die durch Befestigung der Thruster an der Außenseite durch einen sehr langen Hebel verstärkt wird, ausüben und somit Schraubanker u. ä. in den Untergrund einschrauben.
- 1180
- Die hiermit vorgestellten Thruster-Ring-Raumfahrzeuge bzw. Mutter- Tochterschiff-Kombinationen sind daher nach meiner Überzeugung in Zusammenhang mit einem Solarsegel und dem Innenring sowie den Seilwinden mit Flugringen besonders geeignet um Asteroidenmaterial von der Oberfläche von Asteroiden zweckmäßig und **kostengünstig** zu gewinnen und zu transportieren, da hierfür kaum Treibstoff benötigt wird.
- 1185

### **Verwendung des Innenringes in Frachtschiffen als Lade- und Frachtumschlagseinheit**

- 1190 Ein Solarsegler der hier behandelten Art kann selbstverständlich und insbesondere auch als Frachtschiff verwendet werden. Hierbei kommt der große Vorteil des Solarsegels, der weitgehend kostenfreie Transport durch Nutzung der frei verfügbaren Sonnenenergie voll zum Tragen.
- 1195 Eine besonders günstige Konfiguration wäre nach Auffassung des Erfinders, der Einsatz einer/eines flugfähigen Nutzlastplattform oder Nutzlast-Containers, die/der selbst zwar kein Solarsegel verwendet, jedoch unter Benutzung eines Außenringes mit Steckthrustereinheiten flugfähig und in der Lage ist, am Andockring des Solarsegel-Mutterschiffes anzudocken oder wieder abzulegen und den Zielort dann selbständig mit eigener Kraft zu erreichen.
- 1200

Die Unterbringung der Fracht im Zentrum ist besonders wichtig, da hierdurch die Steuerbarkeit begünstigt wird.

1205 So könnte z. B. Nachschub zu einer Raumstation oder einem Kleinplaneten mittels einer Nutzlastplattform angeliefert werden, die dann dort verbleibt, während der zurückkehrende Solarsegler im Umtausch eine zweite, bereits mit den dort gewonnenen Rohstoffen beladene Plattform andocken lässt, die dann am Zielort (z. B. einer erdnahen Raumstation) wiederum gegen eine weitere bereits beladene Nachschub-Nutzlast-Plattform ausgetauscht wird.

1210

### **Booster als kopplungsfähige Funktionseinheit zur Beschleunigung eines Raumfahrzeuges mit Innenring**

1215 Eine denkbare Funktionseinheit zur Kopplung in den Innenring eines Antriebsring-Raumfahrzeuges wäre z. B. eine umgebaute Booster-Einheit einer Trägerrakete. Hierbei würden z. B. mit einer Trägerrakete anstelle von zwei, vier Booster mitgeführt, von denen jedoch lediglich zwei beim Launchen gezündet würden.

1220 Die beiden nicht benutzten Booster ständen dann zur Beschleunigung der Thrusterring-Raumfahrzeuge zur Verfügung.

1225 In diesem Fall würde das Antriebsring-Raumfahrzeug sich dem Booster nähern und dieser dann im Innenring mittels Gurten festgezurt. Hierzu wären entsprechende Haltegriffe rund um den mittleren Teil des Boosters vorgesehen.

1230 Nachdem der Booster gezündet und ausgebrannt ist, könnte er dann abgetrennt werden, während das Antriebsring-Raumfahrzeug weiter beschleunigt. Durch dieses Verfahren könnte somit die größere Schubkraft und hohe Anfangsbeschleunigung der chemischen Antriebe auch für die Thrusterringraumfahrzeuge genutzt werden.

### **Doppelter Innenring als doppelte Docking-Lade-Einrichtung**

1235 Es ist eigentlich schade, den wertvollen Raum im Zentrum eines Raumfahrzeuges zu verschwenden. Eine mögliche Lösung ist, die Öffnung in der Scheibe durch zwei entsprechend entfernte übereinanderliegende Kopplungsringe doppelt zu nutzen und das Ankoppeln bzw. Laden von beiden Seiten des Raumfahrzeuges zuzulassen.

1240 In Fig. 8.a ist eine derartige Doppel-Innenring-Einheit dargestellt. Hierbei sollten in der Regel ausschließlich Ionen-Thruster-gesteuerte Fahrzeuge einkoppeln, damit das jeweils auf der gegenüberliegenden Seite angekoppelte zweite Fahrzeug nicht beschädigt wird.

1245

### **Magazin-Dock-Innenring zum Ankoppeln mehrerer Tochter-Ring-Raumfahrzeuge**

1250

Fig. 8 b zeigt eine Innenring-Docking- und Lade-Einheit, die es ermöglicht, eine größere Anzahl von Thrusterring-Raumfahrzeugen aufzunehmen und an- und abkoppeln zu lassen.

U. a. sind folgende Anwendungen hierdurch denkbar:

1255

a) Transport und Platzierung ganzer Satellitenschwärme, z. B. zur Sonnen- und Planetenbeobachtung oder auch als Kommunikationssatelliten.  
So könnten z. B. Mars und/oder Mond schnell flächendeckend mit Kommunikationssatelliten ausgerüstet werden, was eine ähnliche Kommunikations-Struktur wie auf der Erde (bis auf die Zeitverzögerung) ermöglichen würde.

1260

b) Transport mehrerer unterschiedlich ausgerüsteter Tochtereinheiten, z. B. um Asteroiden-Rohstoffe mit verschiedenen Gerätschaften abzubauen.

1265

c) Transport mehrerer Container-Einheiten durch ein Container-Frachtschiff.

d) Transport mehrerer Innenring-Flug- und Stromversorgungseinheiten, durch ein Werkstatt-Mutterschiff, das darauf spezialisiert ist, diese Einheiten an bewegungs-unfähigen Satelliten zu befestigen, bzw. diese mit Strom zu versorgen.

1270

In der Zeichnung ist eine bevorzugte Ausführung mit einem Mittelring dargestellt. An diesen Mittelring sind beidseitig je vier Rohre in gleichen Abständen angebracht, die vom Toruskörper aus gesehen senkrecht nach oben und nach unten abstehen und an deren anderen Ende wiederum zwei Torus-Ringe angebracht sind.

1275

Diese Konstruktion stellt somit ein nach beiden Enden offenes, zylinderförmiges Rohrgerüst dar, das es ermöglicht mehre Tochtereinheiten in dessen Inneren sozusagen zu stapeln.

Die Arretierung der Tochterschiffe im Gerüst erfolgt in diesem Fall durch in das Gerüst hineinragende Zahnstangen-Halterungen, die mittels Elektromotoren und Schneckengewinde in den Dockingraum hinein und herausgefahren werden können.

1280

Die Befestigungsfunktion wird zusätzlich noch unterstützt durch elektromagnetische Halterungen an den Kontaktstellen der Zahnstangen-Halterungen.

1285

### **Mobiles Solarzellen-Weltraum-Kraftwerk (Solar-Power-Station – SPS)**

Mit US-Patent 6,194,790 B1 vom 27.02.2001 wurde ein(e) weltraumbasierte(s) Solarkraftwerk/Solarstrom-Gewinnungsstation auf Grundlage eines Solarsegels, dessen Segelstoff mit einer stromerzeugenden fotovoltischen Beschichtung versehen ist, patentiert.

1290

Hierbei werden die Solarsegel-Eigenschaften nicht zur Fortbewegung, sondern zur Ausrichtung, Entfaltung und Aussteifung der Struktur verwendet.

1295

Die eigentliche Fortbewegungsfunktion des Segels ist eher unerwünscht und muß mit Hilfe von Thrustern, die das abtreibende Sonnensegel wieder in Richtung Sonne bewegen, bzw. es auf gleicher Höhe gegen den Strahlungsdruck halten, ausgeglichen werden.

1300

Da es sich um eine selbstentfaltende Struktur handelt, ist offensichtlich, dass die Anwendbarkeit derzeit auf kleinere Einheiten im erdnahen Raum beschränkt ist.

1305

Die hiermit vorliegende Invention behandelt größere Solarstromkraftwerke aus im Weltraum zusammensetzbaren Thrusterring-Konstruktionen mit eingehängten stromerzeugenden Segeln oder Solarzellen-Clustereinheiten, die durch die Thruster-Ringe und ggf. das Segel zusätzlich in der Lage sind, ihren Standort zu verändern, und wie ein Raumfahrzeug zu navigieren bzw. einen weit entfernten Standort aus eigener Kraft zu erreichen.

1310

Können z. B. Ionen-Thruster ein massereiches SPS antreiben?  
Bedenkt man, dass die Effizienz der Ionenthruuster mit der zur Verfügung stehenden elektrischen Energie steigt und diese gerade bei einem Stromkraftwerk in ausreichendem Maß zur Verfügung steht, kann man diese Frage nur bejahen.

1315

Schließlich ist die Zahl der verwendbaren Thruster ja nicht begrenzt. Ein Stromkraftwerk im Quadratkilometerbereich könnte an seinem Außenring hunderte Thruster aufnehmen.  
So wurde erst kürzlich von der NASA bekanntgegeben, dass der neu entwickelte HIPEP Ionenantrieb mit Ausstoßgeschwindigkeiten von 60 km/sek. betrieben wurde, was eine Verdoppelung der bisher möglichen Ausstoßgeschwindigkeiten bedeutet.

1320

Die Fortbewegung eines Kraftwerkes in der Art eines Raumfahrzeuges sollte daher allein mit Hilfe einer ausreichenden Bestückung mit Ionen-Antrieben möglich sein.

1325

Durch die Kombination mit einem Innenring als Dockingstation ist außerdem der schnelle Austausch von Funktionseinheiten möglich, so könnte das Kraftwerk Funktionseinheiten mit Laserübertragung gegen eine Mikrowellen-Sendeeinheit oder gegen eine „fliegende Steckdose“ oder andere stromverbrauchende Funktionseinheiten sozusagen im Fliegen austauschen oder bestehende Funktionseinheiten durch modernere ersetzen.

1330

Eine derartige Kombination eines auf die Sonne ausgerichteten Kraftwerks mit einer auf das Ziel ausgerichteten Sendeeinheit ist in Fig. 10 dargestellt.

1335

Die Ausrichtung des Kraftwerkes zur Sonne erfolgt dabei ähnlich wie die Ausrichtung eines Solarsegels. Durch Drehung des Kraftwerkes kann die durch die Strahlung der Sonne erzeugte Abdrift ausgeglichen werden, indem es abwechselnd so gedreht wird, dass es sich der Sonne nähert und sodann wieder so gedreht wird, dass es sich entfernt und somit eine mittlere Position gehalten werden kann.

1340

So könnte ein derartiges Weltraum basiertes Kraftwerk im erdnahen Raum (Near Earth Orbit – NEO) montiert werden und dann ferngesteuert durch die Strahlungsgürtel der Erde seinen Einsatzort (etwa einen Asteroiden) ansteuern und dort die notwendige Energie für die Gewinnung und Verarbeitung von Asteroid-Grundstoffen bereitstellen.

- 1345 Nun gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Energie zum Endverbraucher zu bringen. Einmal durch das Strahlen mit Hilfe von Mikrowellen oder als Laserstrahlen und zum anderen durch direkte Verbindung des Verbrauchers mit dem Erzeuger durch ein (zweiadriges) Stromkabel. Das Energiestrahlen hat insbesondere den Vorteil der besseren Beweglichkeit. Sender und Verbraucher sind nicht durch die Stromkabel in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt.
- 1350 Der Nachteil ist jedoch, dass jede Energie-Konversion und auch das Strahlen über große Entfernungen erhebliche Verluste mit sich bringt.
- 1355 So rechnen Edwards/Westling in ihrem Buch „The Space Elevator“ für die Versorgung der Plattform ihres Weltraumaufzuges bei der Verwendung der Laserübertragung mit einer Effizienz von lediglich 3 bis 14 %, bei der Übertragung durch Mikrowellenstrahlung sogar nur mit 0,05 % (Seite 66, Tafel 4.1).
- 1360 Dennoch bevorzugen sie für die Stromversorgung des eigentlichen Space Elevators, also sozusagen der Aufzugskabine (Climber), die sich durch Motorkraft an dem Aufzugs-“Seil“ emporzieht, im Endeffekt eine Strahlungslösung, weil nach ihrer Meinung der Leitungsverlust über hunderttausend Kilometer Stromleitung horrend ist und zusätzlich erhebliche Kurzschlussgefahr bei evtl. nicht vermeidbarem Kontakt der Stromleitungen über diese große Entfernung bestehen könnte.
- 1365 Dabei soll der Strom dann vom Laser über einen 12-m Spiegel von der Erde auf den Climber fokussiert werden.
- 1370 Allerdings ist bei dieser Lösung sehr unbefriedigend, dass der Strom zum Betrieb der Laser auf der Erde erzeugt wird und an der Steckdose zum Stromverbraucher (Laser) bereits erhebliche Verluste entstanden sind.
- 1375 Eine sauberere Lösung auch für die Umweltbelastung der Erde, wäre es, den Strom für die Station durch ein weltraumbasiertes Solarstromkraftwerk zu erzeugen und damit die Belastung der Erdumwelt zu vermeiden und das Strahlen der Energie nicht von der Erde zum Climber hinauf durchzuführen, sondern vom SPS zum Climber hinunter.
- 1380 Fig. 10 zeigt ein derartiges Kraftwerk, das im Grunde genommen ein Thrusterring-Raumfahrzeug mit reichlich Solarzellen Arrays und oder einem power sail ausgestattet ist, sowie mit einem Innenring nach Fig. 8 versehen und in seiner Größe an den zu erwartenden Stromverbrauch angepasst ist.
- 1385 Am Innenring sind Winden angebracht, deren gleichzeitig als Stromkabel dienende Zugkabel im Zentrum einer flugfähigen Laser-/Reflektor-Funktionseinheit mit Flugring münden. Durch die Möglichkeit, beide Fahrzeuge (obwohl über die Kabel verbunden) getrennt voneinander zu bewegen, können diese jeweils separat auf ihre Ziele ausgerichtet werden.
- Das Stromkraftwerk ist somit zumeist auf die Sonne ausgerichtet während die Lasereinheit auf den zu versorgenden Stromverbraucher zeigt.

1390

1395 Diese Art der Stromübertragung ist sicherlich bei dem Space-Elevator sinnvoll. Allerdings könnte man die Konvertierungsverluste, die dadurch entstehen, dass der erzeugte Strom über den Laser erst in Licht umgewandelt und das Licht dann wieder über Solarzellen in Strom zurückgewandelt werden muß, bei kürzeren Entfernungen durch Leitung des Stromes über Stromkabel vermeiden.

1400 So könnte z. B. anstelle der Lasereinheit ein Tochterschiff, das im Prinzip als fliegende Steckdose fungiert, eingesetzt werden, wenn naheliegende Orte mit Strom versorgt werden müssen. Gedacht ist hierbei an den Einsatz über einem Asteroiden, bei dem die Stromversorgungseinheit nur wenige hundert Meter über der Kleinplaneten-Oberfläche schwebt und den Strom über ein Kabel zur „Steckdosen-Einheit“ am Einsatzort auf oder über der Asteroidenoberfläche liefert.

1405 Eine derartige Konstellation ist in Fig. 11 dargestellt.

### **Solarstromkraftwerke zur Ergänzung der Energieversorgung der Erde**

1410 Auch die Übertragung von Energie durch Mikrowellenstrahlung hat trotz der hohen Umwandlungsverluste durch Konvertierung ihren Sinn, nämlich um Strom von Solarstromkraftwerken (SPS) auf die Erde zu senden. Die übertragene Energie muss nicht durch Verbrennung fossiler Stoffe auf der Erde erzeugt werden und dies trägt damit zur Umweltentlastung bei.

1415 Im übrigen handelt es sich bei den „Verlusten“ um Sonnenenergie, die auch ohne SPS fließen würde und nicht erst unter Einsatz von Rohstoffen erzeugt werden muss.

1420 Die Stromübertragung über Laser ist zwar effektiver, jedoch auch gefahrvoller. Man darf nicht übersehen, dass ein derartiges weltraumbasiertes Großkraftwerk verbunden mit einem Laser eine sehr mächtige und gefährliche Waffe ist.

1425 Es wäre somit wünschenswert, wenn derartige Kraftwerke zur Versorgung der Erde erst garnicht mit einer Laser- sondern einer Mikrowelleneinheit ausgestattet werden. Diese werden nicht auf einen kleinen Fleck sondern auf Empfangsanlagen, deren Fläche im Quadratkilometer-Bereich liegen, gerichtet.

1430 Anders als beim Mikrowellenherd wird nicht alles was sich zwischen Strahlungsquelle und Endpunkt liegt, gegart, sondern es findet lediglich eine evtl. sogar erwünschte leichte Erwärmung der Umgebung statt, bevor die Strahlung in der Empfangseinheit (rectenna) wieder in verwendbaren Strom umgewandelt wird.

### **Solarstromkraftwerke zum Schmelzen und Erwärmen**

1435 Nachdem das Thrusterring-SPS bereits mit einer Lasereinheit ausgestattet werden kann, die zudem über eine praktisch kostenlose Energiezufuhr in gigantischem Ausmaß verfügt, sollten auch andere Nutzungsmöglichkeiten ins Auge gefaßt werden.

1440

1445 Zu diesen gehört insbesondere auch die Nutzung zum Erhitzen und Schmelzen von Asteroid- bzw. Mond-Erzen, um Metalle zu gewinnen bzw. zu bearbeiten oder um sand-/felsartige Materialien zu Glas zu schmelzen, jedoch auch zum gezielten Erwärmen um chemische Prozesse bzw. Abbindeprozesse wie sie z. B. beim Betonieren, dass zumindest eine Temperatur über Frosthöhe benötigt, zu ermöglichen.

1450 Beim Umstellen von Erhitzen auf Erwärmen müßte lediglich die Laser-Schmelz-Funktionseinheit abgekoppelt und die anders fokussierte, ebenfalls auf Laser basierende Wärme-Funktionseinheit eingekoppelt werden.

1455 Überlegt man sich, dass Stahlwerke früher oft nicht in der Nähe der Erzgruben, sondern eher in der Nähe von Kohlegruben gelegen waren, weil bei der Stahlgewinnung enorme Mengen von Kohle zur Stahlschmelze nötig gewesen sind, erkennt man, wie wichtig dieses nahezu unbegrenzte, kostenfreie Energieangebot ist.

1460 Mit dem mobilen Thrusterring-SPS ist es zudem noch möglich die Energiegewinnung in die Nähe von vermuteten riesigen Rohstoffquellen auf Asteroiden und Monden zu bringen und damit die Umweltbelastung der Erde durch Rohstoffgewinnung und Verarbeitung zu entlasten. Da auch der Transport dieser Rohstoffe zur Erde bei Verwendung von Solarseglern kostengünstig wäre, könnte die Gewinnung und gleichzeitige Grundverarbeitung (Schmelzen) derartiger Stoffe evtl. auch wirtschaftlich sein, wenn diese Arbeit durch robotische Funktionseinheiten erfolgt.

1465 So könnte ein Frachtensegler die an anderer Stelle bereits behandelte Container-Funktionseinheit, deren Flugring mit einem von Anfang an aufgespannten Fallschirm versehen ist, mit den bereits durch Schmelzen vorbehandelten Grundstoffen in Richtung Erde abwerfen.

### 1470 **Thrusterring-Raumfahrzeug als Spiegel oder Linse**

Bei den vorstehend beschriebenen Verfahren zur Gewinnung/Verarbeitung von Rohstoffen durch Schmelzen/Erwärmen mit Lasereinsatz ist der Energieverlust durch Konversion relativ hoch.

1475 Vorteil des Lasers ist insbesondere die mögliche exakte Bündelung und Ausrichtung des Laserstrahles.

1480 Eine nicht ganz so exakte, jedoch auch nicht immer in so einem erheblichen Ausmaß erforderliche Bündelung ist jedoch auch bei Verwendung eines mit Spiegeln oder Linsen ausgestatteten Thrusterring-Raumfahrzeuges möglich, wobei die Konversionsverluste vermieden werden.

1485 Hierbei werden an den Tragegurten oder Netzen des Raumfahrzeuges Spiegel bzw. bei kleinerem Umfang auch Linsen befestigt, die auf die gewünschte Entfernung und den gewünschten Umfang des Brennpunktes fokussiert sind. Sodann wird das Fahrzeug in die Arbeitsposition gebracht und richtet den Strahl auf die im Brennpunkt liegenden Objekte/Materialien.

1490 Denkbare Einsatz wäre z. B. das Erwärmen (insbesondere der der Sonne abgewandten Seiten) von Betonier-Formen in denen Formstücke auf die zum Betonieren erforderlichen frostfreien Wärmegrade gehalten werden.

### **Thrusterring-Raumfahrzeuge als mobile Empfangs und Sendeeinheiten**

1495 Selbstverständlich ist auch die Anbringung von riesigen Schüssel und Antennen Empfangs- und Sendeanlagen auf den Haltegurten/dem Haltenetz der Thrusterring-Fahrzeuge möglich, die hierdurch zu mobilen Weltraum-Sendern und Empfängern werden.

1500

### **Schraub- und steckbare Komplett-Thrustereinheiten**

1505 Eine Weiterentwicklung, die den Gedanken der steckbaren Komplett-Thruster-Einheiten nach Anspruch 8) des Vorantrages zur Grundlage hat, sind die schraub- und steckbaren Komplett-Thrustereinheiten zur Montage an Kleinplaneten oder den anschließend noch behandelten Beton-Raumfahrzeugen, Raumstationen und Habitaten.

1510 Wegen evtl. Bedrohung der Erde durch Zusammenstöße mit Asteroiden, bzw. Kometen wurden öfters Überlegungen angestellt, die sich mit der Ablenkung eines derartigen Weltraumkörpers von seinem Kollisionskurs beschäftigen.

Auch das Umlenken solcher Körper in eine erdnahe Umlaufbahn, um z. B. die vorhandenen Ressourcen des Kleinplaneten besser ausbeuten zu können wird immer wieder angedacht.

1515 Einer dieser Gedanken, der durch das amerikanische Space Studies Institute (SSI) an die Öffentlichkeit gebracht wurde, sieht die Verwendung elektromagnetischer Schleudern in Form von magnetischen Schienen (rail guns) vor, die magnetisches Material (z. B. Erze) in den Weltraum ausstoßen und dadurch das Rückstoßprinzip der Raketen zur Fortbewegung bzw. Bahnänderung eines Kleinplaneten benutzen können.

1520

Die hiermit vorgestellte Erfindung basiert auf dem Gedanken, einen Kleinplaneten dadurch zum Raumschiff zu machen, das Antriebseinheiten in dessen Oberfläche eingeschraubt, oder in vorbereitete Hülsen die in die Oberfläche eingeschmolzen sind, eingesteckt werden.

1525 Vorteil gegenüber der SSI-mass-driver-Lösung ist, dass in einer Raumfahrtumgebung Treibstoffe reichlich verfügbar sind, die Einschränkung auf magnetische Stoffe vermieden wird und nicht zuletzt eine Verschmutzung der Weltraumumgebung durch umherfliegende mass-driver-Geschosse, die langfristig zu einer Gefährdung der Raumfahrt führen könnte, nicht stattfindet.

1530

In Fig. 12 wird eine schraubbare und in Fig. 12 b eine steckbare Thrustereinheit, die in eine versenkbare Hülse eingeführt wird, dargestellt. Diese Einheiten sind von außen mit Treibstoff befüllbar, ein Nachtanken ist daher möglich.

1535 Um nun einen Kleinplaneten zu steuern wird dieser mit einer ausreichenden Zahl von Thrustereinheiten an hierfür geeigneten Stellen versehen, die mittels Fernsteuerung koordiniert angesteuert werden.

Diese Lösung ist sicherlich der Verwendung eines „space tugs“ also eines Raumschleppers vorzuziehen, der sich vorsichtig hinter den Kleinplaneten setzt und diesen anschiebt, besonders wenn dieser „nur“ über einen schubschwachen Ionenantrieb verfügt.

1540

Die Einschraub- Einsteck-Thrustereinheiten können jedoch mit schubstärkeren Wasserdampf- oder chemischen Antrieben, bei denen der Treibstoff evtl. direkt vom angetriebenen Asteroiden gewonnen werden kann, betrieben werden.

1545

Sie sind mit einem Treibstofftank versehen, der über einen Einfüllstutzen nachgefüllt werden kann und besitzen vorzugsweise eine Empfangseinheit, die die Fernsteuerung des Kleinplaneten ermöglicht. Bei Einheiten für Kleinplaneten ist noch eine zusätzliche Stromversorgung vorhanden.

1550

### **Einschrauben von Schraubobjekten auf Kleinplaneten**

Ein Problem ist das „Einschrauben“ der Thruster in den Kleinplaneten-Untergrund.

1555

Herkömmliche Bodenbearbeitungsgeräte, wie z. B. Rammen, Bagger, etc. sind wegen der fehlenden bzw. äußerst geringen Schwerkraft nicht einsetzbar, da sie sich bei entsprechender Anwendung in den Weltraum oder in eine Umlaufbahn um den Kleinplaneten abstoßen könnten.

1560

Wegen des fehlenden Gegendruckes durch Gravitation wären sie auch bei vorsichtiger Betätigung kaum in der Lage, festsitzende Stoffe durch mechanische Einwirkung zu lösen. Ein Raumfahrzeug mit Thruster-Ring nach dem bereits gestellten Vorantrag könnte jedoch diesen fehlenden Druck der Schwerkraft mittels nach unten drückender Thruster erzeugen.

1565

Ionenthruuster wären allerdings für eine derartige Aufgabe vermutlich noch zu schwach, so dass auf andere Klein-Thruusterarten zurückgegriffen werden muß.

1570

Für die Erzeugung der Drehung zum Einschrauben der Schraubeinheiten könnten jedoch durchaus Ionenthruuster verwendet werden, weil hierfür ein extrem großer Hebel zur Verfügung steht (z. B. würde bei einem Außenringdurchmesser des Raumfahrzeuges von 10 m jeder von 2 gegenüberliegenden antreibenden Seitenstrahlthruuster einen Hebel von etwa 5 m bewegen).

1575

Auch andere Objekte, z. B. Bohranker oder Bohrer, Claimmarkierungspfähle (versehen mit Sendern zum Markieren des Abbaugbietes der Schürfrechtebesitzer) können mit Hilfe der druckausübenden Eigenschaften und des großen Hebels bei Drehungen durch das Ring-Raumfahrzeug gesetzt werden.

1580

Ein Problem dieser Befestigungsmöglichkeit könnte die geringe Dichte des Asteroiden-Untergrundes sein, so dass bereits sehr schwache Kräfte ausreichen, die im Boden versenkten Thrustereinheiten umzuwerfen bzw. aus ihrer Verankerung zu reißen.

Eine mögliche Lösung wäre das Setzen von Schraubhülsen und anschließende Schmelzen der umgebenden Untergründe (z. B. zu Glasflächen) mittels Laser. Nach Erkalten der Umgebung könnten dann die Thrustereinheiten in die Hülsen eingesetzt werden, die nunmehr durch die erstarrte feste Masse in der gewünschten Lage gehalten würden.

1585 **Verfahren und Hilfsmittel zur Gewinnung von Rohstoffen auf Kleinplaneten unter Ausnutzung des Drehhebels und des Thruster-Andruckes eines Thruster-Ring-Raumfahrzeuges.**

1590 Die erste nicht von der Erde stammende Bodenprobe wurde durch den russischen Mondlander Luna 16 entnommen. Hierbei wurde ein an der Landesonde angebrachter Roboterarm dazu benutzt, einen nach unten offenen zylindrischen Probenentnahmebehälter in den Untergrund hineinzubohren. Dies gelang auch bis zu einer Tiefe von etwa 30 cm, bis auf Widerstand getroffen wurde. Die Bodenprobe blieb durch den Innendruck im Entnahmezylinder ohne wieder herauszufallen und konnte mit einer Rückkehrereinheit zur Erde zurückbefördert werden.

1595 Auf dem Mond wurde diese Entnahmeart durch die Mondschwerkraft unterstützt. Ein Kleinplanet hat jedoch eine derart niedrige Schwerkraft, dass eine Probenentnahme mit dem Lander auf diesem Kleinplaneten nicht möglich wäre, weil kein Gegendruck vorhanden ist. Verwendet man jedoch ein Raumfahrzeug mit Thrusterring nach dem vorangehenden

1600 Patentantrag, kann dieser Gegendruck wieder ausgeübt und die Probe mit einem derartigen Entnahmezylinder entnommen werden.

1605 Durch langsame Rotation des Raumfahrzeuges und mit gleichzeitiger Druckausübung nach unten könnte es jedoch auch möglich sein, Sand- oder kiesartige Grundstoffe in größerer Menge zu gewinnen, indem diese durch einen Förderschlitzz mit nach unten ausgebuchteter Schab- bzw. Schneidenase (ähnlich einer Kartoffelreibe) in einen großen zylindrischen Container hineingedrückt wird.

1610 Kleinplaneten sind die erste Wahl für die Gewinnung von Rohstoffen im Weltraum, weil zum einen nicht gegen die Schwerkraft eines großen Mondes oder Planeten angekämpft werden müsste und zum anderen wertvolle Rohstoffe, die bei schwerkraftreicheren Objekten längst in den Kern versunken wären dort noch an der Oberfläche sozusagen im Tagebau förderbar wären. Derartige Rohstoffe dürften auf Kleinplaneten in größerer Menge zu finden sein und könnten u. a. als Grundstoff zum Betonieren verwendet werden womit bereits der mengenmäßig größte

1615 Anteil der Grundstoffe (Sand, Zement und Wasser), die zum Betonieren benötigt werden, gewonnen wäre.

1620 Auch das erforderliche Wasser könnte bei eishaltigen Asteroiden durch ein mit einer entsprechenden Funktionseinheit ausgerüstetes weiteres Raumfahrzeug gewonnen werden (z. B. durch Verdampfen).

### **Steckbare Thrustereinheiten**

1625 Eine weitere Möglichkeit, die steckbare Thrustereinheit zu verwenden, wäre z. B. an Raumfahrzeugen oder sogenannten Space Habitats (Weltraumsiedlungen), die zum Schutz gegen die gefährliche Weltraumstrahlung mit meterdicken Wänden (z. B. aus Beton) versehen sind.

1630

1635 Diese großen Wandstärken würden es erlauben, Aussparungen für Thrustereinheiten einschließlich des erforderlichen Treibstoffes von vornherein bei der Anfertigung der Außenwandelemente vorzusehen und die Einheiten dann direkt in die Aussparungen oder in zusätzliche Hülsen, die in die Aussparung eingepaßt sind, einzusetzen. Die kompletten Thruster-Einheiten werden dann einfach in die Aussparung eingesteckt und von oben an einem vorstehenden Stoppring verschraubt.

1640 Das „Nachtanken“ der Einheit erfolgt in diesem Fall über einen Tankstutzen von oben.

1645 Eine weitere Variante ist die Treibstoffzufuhr von unten. Hierbei ist ein verschließbares Füllrohr vollständig durch die Außenwand hindurchgeführt, und mündet in einen innenliegenden Tank. Ein weiteres Rohr, das dann in die Thrustereinheit mündet, dient zu deren Versorgung.

### **Nutzung des Drehhebels für Bohrhalterungen und sonstige Schraubvorrichtungen**

1650 Der Drehhebel der Solarsegler kann auch durch Bohrhalterungen genutzt werden, um Schraubanker, Claimmarkierungen oder Schraubthrustereinheiten auf schwerkraftsarmen Kleinplaneten (z. B. Asteroiden) zu setzen.

1655 Es handelt sich hierbei um im Zentrum des Thruster-Raumfahrzeuges untergebrachte auf ihren speziellen Zweck zugeschnittene Halterungen.

### **Ausblick**

1660 Nach all den unterschiedlichen Inventionen, die in diesem und dem vorangehenden Patentantrag behandelt wurden, möchte ich einen Ausblick über eine mögliche zukünftige Entwicklung der Raumfahrt, so wie ich sie mir wünsche, geben.

1665 Dabei gehe ich davon aus, dass ein Großteil der Entwicklung der Raumfahrt robotisch erfolgt. So sehr ich auch so schnell wie möglich Menschen auf dem Mond oder Mars erleben möchte, scheint mir die vernünftigste und erfolgversprechendste Vorgehensweise zunächst einmal die Nutzung von Robotern zum schnellstmöglichen Aufbau einer Weltraum-Infrastruktur und zur Erforschung unserer Umgebung, also dem inneren Sonnensystem von der Sonne bis zum Mars.

1670 Roboter (hierzu zähle ich auch ferngesteuerte Raumfahrzeuge) sterben nicht und brauchen keine lebenserhaltenden Systeme und Umgebungen; die zu transportierende Nutzlast verringert sich dadurch erheblich, die Kosten für die Weiterentwicklung der Raumfahrt sinken in erheblichem Umfang.

1675 Am Beispiel der amerikanischen bemannten Raumfahrt, die nach der unter enormen finanziellen Anstrengungen erfolgten Mondlandung seit nunmehr schon deutlich mehr als 3 Jahrzehnten nichts derartiges mehr zustandegebracht hat, (außer Menschen in eine erdnahe Kreisbahn zu schießen und von dort wieder zurückzuholen) sollten wir lernen.

1680

Welche Leistungen hätten die Amerikaner vollbringen können, wenn Ihnen die Unsummen, die in diesen etwa 35 Jahren verbrannt wurden und die damit vorhandene Manpower, voll zur Entwicklung der robotischen Raumfahrttechnik und zum Infrastrukturaufbau zu Verfügung gestanden hätte?

1685

Ich vermute, dass sie jetzt schon in der Lage wären, Rohstoffe, insbesondere Treibstoffe von Asteroiden zu gewinnen und zu verarbeiten, einige der vielversprechenden effektiveren jedoch antriebsschwächeren weil weniger schubstarken Antriebsarten und die robotische Steuerung wesentlich weiterentwickelt hätten und über im Weltraum stationierte robotische Raumflotten verfügen würden, die uns bereits jetzt ein besseres, umfassenderes Bild über das innere Sonnensystem verschafft haben könnten.

1690

Hingegen ist die NASA nunmehr in der Realität um die Erkenntnis reicher, dass das Space-Shuttle ein zu teures nicht kosteneffektives Beförderungsmittel ist, weil die Bereitstellung von menschlichem Lebensraum und Lebenserhaltungssystemen, die neben sonstiger Nutzlast immer wieder in den Weltraum befördert werden müssen

1695

Die Sorge um menschliches Leben erfordert aufwendigere Maßnahmen, wie z. B. doppelte und dreifache Qualitätskontrollen von Bauteilen, die zur Sicherung des Missionserfolges und damit des menschlichen Lebens einfach notwendig sind.  
Dies lässt kaum noch finanziellen Spielraum für andere Weiterentwicklungen.

1700

Trotz der hohen Aufwendungen mussten Astronauten sterben. Dennoch müssen wir heute mit ansehen das die ISS nur noch einen Notbetrieb aufrechterhalten kann, weil die Amerikaner ihren Shuttle-Einsatz erst einmal gestoppt haben und das evtl. sogar die Gefahr besteht das der Betrieb aus finanziellen Gründen eingestellt werden muss.

1705

Wenn schon bei einem erdnahen Unternehmen wie der ISS die Gefahr besteht, dass die Politiker es aus (nicht ganz unbegründeten) Kostengründen beenden, bestünde diese Gefahr nicht erst recht bei einem so waghalsigen, ressourcenfressenden Unternehmen wie eine menschliche Marserkundung?

1710

Wenn es schon derartige Probleme bereitet, eine menschliche Besatzung über längere Zeit in einem erdnahen Orbit zu halten, lassen sich dann die finanziellen Aufwendungen und die Gefahren für die Astronauten rechtfertigen, die diese während einer etwa zweijährigen Reise durch die harte Strahlungsbelastung im offenen Weltraum jenseits des schützenden Erdmagnetfeldes und die Gesundheitsbelastungen durch Knochen und Muskelschwund aufgrund fehlender Schwerkraft auf sich nehmen müssen?

1715

Selbst wenn die bisher noch nicht gelösten Probleme der Strahlungsbelastung und fehlenden Erdgravitation gelöst und die Finanzierung eines derartigen Unternehmens unter enormen Anstrengungen ermöglicht würde, bestünde dann nicht nach einer durchgeführten erfolgreichen Marsmission die Gefahr, das danach wegen erschöpfter Mittel über Jahrzehnte nichts mehr passiert, so wie nach der Mondlandung über Jahrzehnte keine weitere gefolgt ist?

1720

Ist es gerechtfertigt wegen des Pflanzens eines Fährchens Mittel, die Entwicklung anderer Weltraum-Technologien, mit denen evtl. ein direkter wirtschaftlicher Nutzen für die Erde erzielt werden kann, entscheidend zu verzögern?

1725

- 1730 Welcher direkte wirtschaftliche Nutzen könnte aus einer Marslandung gezogen werden, wenn die Kosten zur Überwindung der Entfernung und der dort herrschenden Gravitation weiterhin hoch bleiben?
- 1735 Nach meiner Meinung sollte zunächst die robotische Raumfahrt, insbesondere zur Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen und zur Energiegewinnung (und damit Vermeidung der Verbrennung und zur Verlagerung von auf der Erde umweltschädlichen Produktionsprozessen - z. B. Metallschmelzen - ) in den Weltraum weiterentwickelt werden.
- 1740 Hieraus könnten sich dauerhafte Strukturen ergeben, die Arbeitsplätze schaffen (auch robotische Anlagen müssen gesteuert, hergestellt und entwickelt werden), die Umwelt der Erde entlasten und sich wegen der auf Asteroiden erwarteten enormen Mengen wertvollster Bodenschätze in kürzerer Zeit als eine Mars oder Mondbesiedlung auch wirtschaftlich rechnen.
- 1745 Dies ist wirtschaftlich am sinnvollsten durch die Nutzung schwerkraftarmer Kleinplaneten in Sonnennähe, insbesondere wegen des reichhaltigen Energieangebotes und der Möglichkeit durch Verwendung von Solarseglern äußerst kostengünstig zu transportieren.  
Um keinen falschen Eindruck zu hinterlassen, möchte ich betonen, dass auch ich durchaus von einer weiteren Mond- oder Marslandung träume und mir sogar Gedanken darüber mache, wie man dieses Ziel erreichen könnte.
- 1750 Ich meine nur, es wäre nicht klug, den zweiten Schritt vor dem ersten zu versuchen, weil die Gefahr besteht, dass auch gut gemeinte, durch Wunschenken, Abenteuerlust oder übertriebenem, falsch verstandenem Nationalismus (unser Land war das erste, dass ...) getriebene Anstrengungen aufgrund unrealistischer Kostenplanungen in einer ökonomischen Sackgasse enden können.
- 1755 Erst wenn die Infrastruktur vorhanden ist, die es ermöglicht, den größten Teil der erforderlichen Ressourcen für ein derartiges Abenteuer im Weltraum zu erlangen, wäre ein derartiges Unterfangen m. E. sinnvoll und mit Hilfe der bis dahin gewonnenen Kenntnisse auch (kostengünstig) möglich.
- 1760 Frühester Zeitpunkt für den Beginn einer menschlichen Raumfahrt, die über den Wirkungsbereich der Magnetfelder der Erde hinausführt, sollte daher nach meiner Überzeugung derjenige sein, zu dem wir in der Lage sind, zumindest den Treibstoff und evtl. sogar die Außenhülle des Raumschiffes aus im Weltraum gewonnenen Rohstoffen anzufertigen.
- 1765 Vorher anzugehende Aufgaben wären damit der Aufbau einer vielfältig einsetzbaren, wiederverwendbaren robotischen Raumflotte genauso wie die nähere Untersuchung der auf Asteroiden und sonstigen Kleinplaneten gewinnbaren Rohstoffe, sowie die Entwicklung von Verfahren zur in situ Verarbeitung/Erzeugung von Metallen, Glas, Beton, CNT-Materialien in
- 1770 Zusammenarbeit der die Transport- und Logistikleistungen zur Verfügung stellenden Agenturen/Einrichtungen mit den jeweiligen rohstoffverarbeitenden Industriezweigen.
- 1775 Genau diesem Ziel sollen, so vermessen es auch klingen mag, die hier vorliegenden Erfindungen/Designs dienen.

1780 Wünschenswert wäre, das die Raumfahrtagenturen hierbei ihre bisherige Zurückhaltung aufgeben und sich nicht nur auf die Raumfahrt konzentrieren sondern die Entwicklung derartiger Produktionsverfahren aktiv unterstützen, sogar ggf. selbst entwickeln, patentieren und der Wirtschaft (ggf. gegen angemessene Lizenzgebühren) zur Beschleunigung der Eroberung des Weltraums zur Verfügung stellen.

1785 Derartige Schlüsseltechnologie-Produktionspatente in der Hand der Raumfahrtagenturen würde die Entwicklung der Raumfahrt insbesondere deshalb beschleunigen, weil die durchaus auch schädlichen, den Wettbewerb behindernden Auswirkungen des Patentrechtes, nämlich die Möglichkeit der Beschränkung der Nutzung von Schlüsseltechnologie-Patenten auf die Patentinhaber, beseitigt werden.

1790 Weitere wichtige Infrastruktur-Einrichtungen sind Reparatur- Montage- und Wartungsstationen, im erdnahen Raum (hierzu zählt am Anfang durchaus auch die ISS), die es ermöglichen die Flotte im Schutz des Erdmagnetfeldes zu warten und Weltraumstrukturen, wie z. B. Raumfahrzeuge, Produktionsstätten oder Solarstromkraftwerke zusammenzubauen, die dann aus eigener Kraft robotisch gesteuert an ihren Einsatzort gelangen, sowie mobile Werkstatt-/Wartungs-Raumschiffe.

1795 Ein mit zunehmend weiterentwickelter robotischer Technik logischer Folgeschritt wäre dann die Möglichkeit, derartige Struktur-Einrichtungen sowie Produktionsstätten aus dem Schutzbereich des Erdmagnetfeld hinaus in den L1-Librationsraum des Erde/Sonne-Systems zu verlegen.

1800 Es handelt sich dabei um einen Bereich zwischen Sonne und Erde, in dem sich die Schwerkraft der Sonne und der Erde aufheben und Sonnenenergie ständig ohne Schattenwürfe zur Aufrechterhaltung der Produktionsprozesse zur Verfügung steht.

1805 Von dort könnten sowohl erd- als auch sonnen-nahe Ziele mit dem geringstmöglichen Antriebsaufwand erreicht werden.

Bis zum Vorhandensein derartiger umfassender Infrastruktur steht sicherlich noch ein langer Weg bevor und es sollte daher jede Möglichkeit, vorher schon wirtschaftlich nutzbare Ergebnisse vorweisen zu können, ergriffen werden.

1810 Hierzu gehört insbesondere auch, die Gewinnung wertvollster Edelmetalle und Stoffe von Kleinplaneten und ihre Verbringung zur Erde, sowie die Energieerzeugung im Weltraum und deren Weiterleitung zur Erde. Die hier vorgestellten unterschiedlichen Raumfahrzeuge, Strukturen und Funktionseinheiten könnten für derartige Zwecke kostengünstig Verwendung finden.

1815

### **Ringsegment-System für große, massereiche Raumfahrzeuge, Raumstationen und Weltraum-Habitate in Betonbauweise**

1820 Nicht zuletzt, um den evtl. möglicherweise entstandenen Eindruck abzumildern, dass mir die Weiterentwicklung der menschlichen Raumfahrt wegen der zunächst bevorzugten robotischen Eroberung und Erforschung des Weltraums nicht so sehr am Herzen liege, möchte ich hiermit ein mögliches Verfahren zum Bau der Hüllen großer, massereicher Raumfahrzeuge, Raumstationen und Weltraum-Habitate vorstellen.

1825

Diese hätten den Vorteil, dass aufgrund ihrer Größe und außenliegenden Masse sowohl der Strahlenschutz (durch meterdicke, massehaltige beton-/betonartige Wände) als auch der Schutz gegen die gesundheitlichen Folgen langanhaltender Schwerelosigkeit (durch die Erzeugung künstlicher Schwerkraft durch Rotation) gewährleistet ist.

1830

Eine der öfters in Sciencefiction-Publikationen kolportierten Ideen ist das Aushöhlen eines Asteroiden und dessen Umbau in ein Raumschiff. Allerdings hat diese Idee für eine länger andauernde menschliche Besiedlung einen grundsätzlichen Mangel. Es besteht die Gefahr, dass der Asteroid, dessen Bestandteile aufgrund seiner geringen Schwerkraft nur locker zusammengehalten wird, auseinanderbricht oder innenliegende Hohlräume einbrechen.

1835

So können auch felsartige Asteroiden durch Impakte derart erschüttert sein, dass der/die Felsen mit Sprüngen durchsetzt sind.

1840

Eine ökonomischere und sicherere Lösung dürfte die Verarbeitung von Asteroid-Felsmaterialien und Stäuben durch Brechen, Mahlen und Brennen zu Sand, Kies und Zement und zur Weiterverarbeitung dieser Grundstoffe für die Erschaffung von Beton-Außenhüllen sein.

1845

Diese Hüllen ermöglichen eine feste, strahlensichere äußere Struktur in der gewünschten Form und aufgrund ihrer Dicke die Aufnahme der in einem der vorstehenden Abschnitte beschriebenen, von außen nachtankbaren Steck- und Aufschraub- Komplett-Antriebseinheiten. Gestein-/Betonwände, die einen ausreichenden Schutz vor der Weltraumstrahlung bieten sollen, sollten nach vorherrschender Meinung eine Dicke von etwa 4 m (oder dicker) haben.

1850

Sieht man dann die Durchmesser der in Frage kommenden Objekte, (die von mir angedachten Ausmaße wären z. B. 108 m Durchmesser für ein Raumschiff und 1000 m Ringdurchmesser für ein Habitat in der Art eines Ringes von der Art des stanford'schen Torus oder der später noch beschriebenen Mühle/Dame-Stein-Form)

1855

können Zweifel aufkommen, dass es möglich ist, diese riesigen Massen überhaupt im Weltraum zusammenzufügen.

**Ist es überhaupt denkbar und möglich, derartige riesige, massereiche Objekte zu finanzierbaren Kosten zu erstellen?**

1860

Mit von der Erde ins All hinaufzubefördernden Ressourcen sicherlich vorerst nicht. Aber wie steht es, wenn das Ganze in kleinere, besser verkraftbare Portionen aufgeteilt wird, kostenlos auf einem Asteroiden vorhandene Ressourcen, nahezu kostenlose Transportleistungen durch Solarseglergefährte und auf Asteroiden gewonnene Treibstoffe, sowie kostenlose Sonnenenergie zur Weiterbearbeitung zur Verfügung stehen?

1865

Sollten nicht bei vorhandener robotischer Gerätschaft und ausreichendem Zeitvorrat auch solche ehrgeizigen Projekte möglich sein? Schließlich sind auch die Pyramiden sicherlich nicht in einem Tag erschaffen worden.

1870

Wie kann nun die Aufteilung in kleinere, leichter verdaulichere Häppchen derartiger Mega-Weltraum-Bauprojekte erzielt werden?

### **Montage und Transport von Weltraum-Betonierformen**

- 1875 Die Grundidee stützt sich auf die Anfertigung einzelner kompletter Ringe, von z. B. 1 m Breite bei 4 m Dicke, die einzeln erstellt und nach und nach zu einem kompletten Raumfahrzeug/Habitat zusammengesetzt werden.
- Hierfür werden in Erdnähe Ringantriebsraumfahrzeuge verwendet, in deren Ringkörper das aus Rohrgestellen zusammengesetzte Skelett der Betonierformen zum Betonieren der einzelnen Ringe des jeweiligen Bauprojektes mit Hilfe von CNT-Gurten oder -Seilen eingespannt wird. Diese Formskelette würden sodann durch Aufwickeln-/Aufbringen einer z. B. Carbonfaser- bzw. CNT-verstärkten Außenhaut versehen.
- 1880
- 1885 Die Befestigung der Außenhaut könnte durch raumtaugliche Klebverfahren oder durch Verschweißen unterstützt durch eine Grund- und Vorbefestigung mit Ösen und CNT-Schnüren/Seilen erfolgen. Zur Durchführung dieser Arbeiten würden vorzugsweise astronautengesteuerte flugfähige Roboter benutzt.
- 1890 Diese Arbeiten würden demnach vorzugsweise in einer erdnahen Umlaufbahn ausgeführt. Nachdem die Formen im Ring des Transportfahrzeuges komplett montiert sind, begibt sich dieses auf den Weg zum endgültigen Montageort vorzugsweise in die Nähe eines relativ sonnennahen, zur Materialgewinnung geeigneten Asteroiden.
- 1895 Die verwendeten Formentransporter würden also mit recht geringer Nutzlast auf ihren Weg zum Einsatzort (lediglich die Leichtbauformen und ggf. die in den Formen vormontierten Thrustereinheiten wären zu transportieren) gebracht. Die direkte Arbeit menschlicher Astronauten würde mit dem Montieren und auf den Weg bringen der Formen zunächst enden.
- 1900 Alles weitere würde automatisch bzw. ferngesteuert von der Erde veranlasst. Das gewünschte Endergebnis wäre eine Raumfahrzeughülle, deren Beton-Segmente im Weltraum durch Roboter gefertigt und zusammengefügt würde.
- 1905 Die Thrustereinheiten würden sodann durch robotische Tankfahrzeuge mit Treibstoff, der möglichst auch von Asteroiden stammt, von aussen befüllt. Die leere Hülle könnte sich mit Hilfe ihres eigenen Thrusterantriebes daraufhin ferngesteuert auf den Weg zurück zum schützenden Erdmagnetfeld aufmachen, wo dann wiederum der weitere Ausbau mit Hilfe menschlicher Astronauten/Handwerker erfolgen könnte.
- 1910 Die erste Jungfernfahrt eines solchen Raumfahrzeuges mit menschlicher Besatzung sollte dann auch nicht zum Mars, sondern zu einem Asteroiden führen und zu der Besatzung sollten auch Beton- und Stahlbauer gehören.
- 1915 **Fernsteuerung der Rohstoffgewinnungs- und Verarbeitungsvorgänge**
- Auch ich habe mir natürlich die Frage gestellt, ob es überhaupt realistisch ist, bei der durch die Entfernung zu den Asteroiden, die sich bei der bevorzugten sonnennahen Lage durchaus auch einmal im Laufe Ihres Orbits im Verhältnis zur Erde auf der anderen Seite der Sonne befinden können, (also bis zu 2 AU entfernt von der Erde) überhaupt an Fernsteuerung zu denken.
- 1920

Dennoch scheint es zum derzeitigen Stand der menschlichen Technik hierzu keine Alternative zu geben, denn menschliche Entscheidungen und Kreativität sind nötig, weil die Robotik noch nicht so weit fortgeschritten ist, um Robotern derartige Aufgaben zu überlassen.

1925 Wie kann aber eine Fernsteuerung bei der Zeitverzögerung, die allein schon durch die große Entfernung entsteht und auch durch Versperren der Funkwege durch Objekte, wie z. B. der Sonne überhaupt möglich sein?

1930 Die Antwort lautet zunächst durch Aufbau eines Satelliten-Kommunikationssystems von hoher Bandbreite rund um die Sonne unterstützt durch die sensorunterstützte Verwendung halbautomatischer Ablaufprogramme für die ferngesteuerten robotischen Funktionseinheiten.

1935 Befindet sich erst einmal eine Kette von Kommunikationssatelliten im Orbit um die Sonne, dürfte die Weitergabe von Bild- und anderen Meßdaten auch bei hoher erforderlicher Bandbreite kein Problem darstellen.

Steuerung und gegenseitige Kommunikation der Satelliten untereinander als auch der Roboter sollte über ein sicheres Internetprotokoll geregelt werden.

1940 Die Stationierung derartiger Satellitenketten, bei denen es sich vorzugsweise um kleinere Thrusterring-Solarsegler der hier behandelten Art handelt, könnte durch sehr große Träger-Solarsegler erfolgen, die mit einem Magazin-Dock-Innenring, der auf Seite 27 dieser Beschreibung behandelt wurde, ausgestattet sind.

1945 So würde jedes dieser Trägerschiffe z. B. 12 Satelliten-Segler (diese Zahl ist einfach aus der Luft gegriffen, soll jedoch die Richtung des Gedankenganges aufzeigen) mit sich führen, die nacheinander an dem jeweils vorgesehen Einsatzort selbständig vom Mutterschiff ablegen und ihre Aufgabe aufgrund des geringen Treibstoffverbrauches und der reichlich vorhandenen Sonnenenergie vom Prinzip her für eine sehr lange Zeit wahrnehmen können.

1950 Die im Vorantrag dargestellte Anbringung der Tochtereinheiten auch auf der äußeren Seglerfläche sieht der Erfinder/Autor nunmehr als nicht so günstig an, weil die Steuerung der Muttersegler durch die Lage der Tochterschiffe im Zentrum der Mutter einfacher ist und auch weniger Treibstoff verbraucht wird und weil das automatische An- und Ablegen hier erheblich schwerer sein dürfte.

1955 Ist nach Stationierung einer lückenlosen Satellitenkette die Kommunikation sichergestellt, könnten Roboter mit Hilfe halbautomatischer Steuerungsmechanismen von der Erde her durch menschliche „Robonauten“, bei denen es sich durchaus um hochqualifizierte Wissenschaftler (etwa Astrophysiker) handeln würde, mittels VR-Techniken (Virtual Reality) ferngesteuert werden.

1965

### **Fliegender Material-Sammelbehälter mit Schaufelaufnahme und verschließbarer Öffnung**

1970

Um hier einmal ein Beispiel zu nennen, sei ein Rohstoffgewinnungsroboter in Form eines Thrusterringfahrzeuges (diesmal ohne Segel) genannt, an dessen Unterseite ein Behälter mit einer schaufelförmigen Aufnahmeöffnung, die mit einem verschließbaren Deckel versehen ist, angebracht ist.

1975

Dieser Roboter hat nun die Aufgabe, Asteroidenstäube und lose Gesteine bzw. Geröll zu fördern und sodann wieder zu seinem Mutterschiff zurückzukehren. Die Abläufe für das Ab- und wieder Anlegen wurden bereits beschrieben. Hierfür müsste es Programme geben, die diese Vorgänge mit Sensorhilfe steuern.

1980

Der Robonaut müsste dem Förderroboter somit nach Kenntnis der Umgebungsbilder und Daten die Order geben, in welche Position er sich hierzu begeben soll. Der Robot wäre aufgrund seiner Programmierung mit Sensorhilfe in der Lage, diese Position in einer bestimmten Entfernung (z. B. 2 m über der Asteroidenoberfläche einzunehmen, die Film- und Meßdaten an die Erde zu senden, sowie das Einnehmen der gewünschten Position zu übermitteln und dort so lange schwebend zu verbleiben, bis die weiteren Anweisungen des Robonauten eintreffen.

1985

Der Robonaut hat also die Möglichkeit, zunächst die Daten und Fernsehbilder in Ruhe auszuwerten, bevor er die Befehle für die nächsten Schritte (Einnahme einer anderen Position oder Beginn der Rohstoffschaufel-Aktion) zurücksendet.

1990

Der Robonaut kommt in diesem Beispiel nun zu dem Schluss, dass sich ein Entnahmeversuch lohnt und gibt dem Robot die Anweisung, mit welcher Stärke und in welchem Winkel, ggf. für wie lange er in die Staub- oder Geröllschicht hineinstoßen und ob er danach gleich wieder mit Hilfe der nach oben drückenden Thruster in eine Warteposition aufsteigen soll.

1995

Dies hört sich gefährlicher an, als es ist, schließlich sind die Ionenthruuster des Robots nicht gerade stark und die Beschleunigung aus dem Stand sollte daher nicht ausreichen, um den Robot, der im Übrigen für diese Aufgabe ausgelegt ist, zu beschädigen.

2000

Eine Entnahme des Staubes und evtl. auch von Geröll dürfte daher wegen der geringen Schwerkraft und der geringen Oberflächendichte/Haftung des Rohstoffes trotz der schwachen Kräfte der Ionen-Thruuster möglich sein.

2005

Wenn alles gut gegangen ist, empfängt der Robonaut nach dem die Verzögerungspause vergangen ist, Bild- und Meßaufzeichnungen, des sich wieder in einer Wartestellung über dem Boden befindenden Robots, unter anderem auch den Füllstand des Rohstoffbehälters und kann die Entscheidung für Folgeaktionen treffen.

2010

Ein Problem ist bei dieser Förderungsmethode schon ersichtlich: Es ist zu erwarten, dass die Bildaufnahmen durch den Staubkontakt sehr dürftig ausfallen. Dies könnte durch Verwendung weiterer Bilderfassungsmethoden wie z. B. Röntgen, Radar und ähnliches abgemildert werden. Außerdem sollten die Linsen der Optiken über eine Art von automatischen Scheibenwischern verfügen.

2015

Eine Möglichkeit, um den Anfall von Staub zu verringern, wäre wie bereits in einem anderen Abschnitt erwähnt, nur Thruster zu verwenden, die auf die Oberfläche des Asteroiden zu beschleunigen, also nicht zur Oberfläche hin auszustossen.

2020

Der Förderroboter würde dabei sanft in den Untergrund hinein beschleunigen und sodann von dem weit entfernten Mutterschiff an einem Faden mit Hilfe der Winden wieder vom Asteroiden weg nach oben gezogen.

2025

Auch hier ist wieder zu sehen, wie vorteilhaft, die geringe Ausstoßkraft der eingesetzten Ionen Thruster für derartige diffizile Aufgaben sein kann.

Auch für anders ausgestattete Roboter wären ähnliche maßgeschneiderte Ablaufprogramme, die jedoch immer ähnlich dem hier geschilderten Muster ablaufen, denkbar.

2030

### **Fliegender Material-Sammelcontainer mit verschiedenen Greifarmen**

Ein weiteres Anwendungsbeispiel wäre ein Förderroboter, der aus einem in einen Flugring gespannten Material-Container mit Greif- Sammelarmen besteht. Diese Arme wären auf der Container-Oberfläche oder auch an den Seiten angebracht und in der Lage, durch ihre Länge und entsprechende Gelenke sowohl den Boden in der Umgebung des Containers zu erreichen, als auch die aufgesammelten Materialien durch sich automatisch öffnende Luken in den Container zu befördern.

2035

2040

Hierbei könnten verschiedene Greifvorrichtungen verwendet werden wie z. B. riesige vogelkrallenartige Greifer, Armpaare mit Händen um die Art des menschlichen Greifens mit beiden Händen zu imitieren oder einfach elektromagnetische Kräne, die magnetische Metalle bzw. Erze anziehen.

2045

Hier sollte es möglich sein, dass der Robonaut die einzelnen Objekte, die eingesammelt werden sollen, sowie die Art des Greifwerkzeuges bezeichnet, dass der Roboter zur Bergung verwendet. Es ist nicht auszuschließen, dass Programme, die derartige Tätigkeiten sogar vollautomatisch ablaufen lassen, recht kurzfristig entwickelt werden können, denn es handelt sich ja im Grunde um relativ einfache Greifvorgänge.

2050

Sicherlich gibt es noch einige andere Material-Sammelverfahren für Asteroiden, die nur relativ einfache Handlungen erfordern.

2055

Die beiden hier vorgestellten Verfahren und Funktionseinheiten lassen jedoch die Einsatzmöglichkeiten erkennen, die die Verwendung von Thrusterringen bietet, die den auf Asteroiden weitgehend fehlenden Gegendruck durch Schwerkraft, der normalerweise für den Abbau von Bodenschätzen erforderlich ist, durch Thrusterdruck ersetzen können.

2060

Besonders das Gewinnen von Gesteinen und Stäuben, die für die Betonverarbeitung evtl. verwendet werden können, scheint durch einfaches Sammeln und schaufeln/schöpfen möglich zu sein. Ob meine wenn auch begründeten Vermutungen zutreffen, kann nur die Landung auf Asteroiden zeigen. Hierfür könnten auch unter anderen die hier vorgestellten Werkzeuge mitgeführt werden, die die Wirksamkeit der aufgezeigten Sammelmöglichkeiten bestätigen.

2065 **Weltraum-Betonier-Vorgang**

Das Befüllen der Betonierformen mit Flüssigbeton erfolgt bevorzugt in der Nähe des Asteroiden, von dem der größte Rohstoffanteil gewonnen werden soll.

2070 Ähnlich wie beim Betonieren auf der Erde sind hierfür Betonfahrzeuge erforderlich, die die Bestandteile des Betons mischen und am Einsatzort in vorhandene Formen einfüllen. Sie werden wiederum von den speziellen Funktionsfahrzeugen befüllt, die Wasser, Sand/Staub und Zement anliefern.

2075 Das die Betonierform haltende Ringantriebsraumfahrzeug würde während der Befüllung rotieren, wodurch ein(e) Druck/künstliche Schwerkraft genau in dem gewünschten Ausmaß erzeugt werden kann wodurch die Festigkeit des Außenbereiches des Betonringes beeinflussbar ist.

2080 Um auf allen Seiten die zum Abbinden des Betons nötige/gewünschte Temperatur von positiven Celsiusgraden zu erzielen, könnte die Form von einer Seite her durch die Sonne bestrahlt und von den anderen Seiten her mittels der in diesem Antrag behandelten flugfähigen Spiegel erwärmt werden.

2085 Zur Erzeugung des Flüssigbetons könnten wegen des kostengünstigen Transportes auch durchaus auf von verschiedenen Asteroiden gewonnenes Material zurückgegriffen werden, z. B. durch Heranführen des von einem eishaltigen Asteroiden/Kometen gewonnenen Wassers zu den in der Nähe des Verarbeitungsortes gewonnenen Materialien eines felsigen Asteroiden.

2090 Behandelt wurden in dieser Beschreibung bereits Verfahren zum Sammeln und Gewinnen von Gesteinen-/Geröll und Sand-/Staubmaterial, womit die Grundlage für die Gewinnung von etwa 70 Prozent des Betonmaterials durch Zerkleinern, Mahlen, Abschleifen von Gesteinen gewonnen werden dürfte.

2095 Auch das Gewinnen von Wasser, z. B. durch Verdampfen von eishaltigem Kometen/Asteroiden-Material sollte keine unüberwindbare technologische Hürde sein, womit weitere 15 % der zur Betonherstellung erforderlichen Grundstoffe zur Verfügung stünde.

2100 Aus den vorstehenden Schilderungen wird jedoch klar, dass nicht nur die Betonierformen und die sie haltenden und transportierenden Antriebsring-Raumfahrzeuge erforderlich sind, sondern eine ganze Flotte unterschiedlicher Funktionseinheiten entworfen werden müssen, die jedoch zum größten Teil in die hier behandelten Antriebsringe eingesetzt und mit diesen transportiert werden können.

2105 Die restlichen etwa 15 Prozent der erforderlichen Grundstoffe werden vom Zement eingenommen, der in der Regel aus Kalkstein und Tonerden durch Brennen und Mahlen gewonnen wird. Die Römer verwandten allerdings z. B. auch vulkanische Aschen, die mit Kalkstein vermischt wurden, als zementösen Binder. Es gibt also verschiedene Möglichkeiten und

2110 Mischungen, um Zement herzustellen.

Auch Schlacken, die z. B. als Nebenprodukte bei der Metallverarbeitung anfallen, haben zementöse Eigenschaften.

2115

Ob und welche der auf Asteroiden auffindbaren Grundstoffe für die Zementherstellung geeignet sind (etwa auch die leicht gewinnbaren Oberflächenstäube?) sollte durch Probenentnahmen in ausreichender Menge und Anwendungsversuche zunächst auf der Erde in Zusammenarbeit mit der Zementindustrie untersucht werden.

2120

Bei den erforderlichen Mahlwerken zur Material-Zerkleinerung könnte auf die Kombination bewährter mechanischer Verfahren und Vorrichtungen der Betonindustrie mit der Nutzung der im Weltraum ggf. verwendbaren künstlichen Rotationsgravitation zurückgegriffen werden. Hierbei ist die im sonnennahen Raum im Überfluss vorhandene Energie zum Betrieb dieser

2125

Vorrichtungen hilfreich.

Ebenso werden die Brenn- und Trocknungsprozesse durch Laser- und Spiegel-Funktionseinheiten wiederum mit frei zur Verfügung stehender Energie möglich sein. Gerade für die Erstellung der benötigten riesigen Spiegeleinheiten für den Gebrauch im freien Weltraum können leichtere, weniger aufwendige Konstruktionen genutzt werden, weil das weitgehende Fehlen von Gravitation diese Leichtbauweise eher zulässt.

2130

Wie bereits an anderer Stelle bemerkt, ist die Sonnenstrahlung in der Nähe der Sonne, z. B. bei Halbierung der Entfernung (0,5 AU) bereits vier mal so stark wie auf Erdhöhe.

2135

Ein Spiegel mit einem Viertel der Größe eines erdnahen Spiegels sollte somit bei 0,5 AU die gleiche Leistung bringen.

Auch hier ist wieder zu sehen, welche Vorteile das Suchen der Nähe der Sonne für die erforderlichen Produktionsprozesse wegen der hier geringeren notwendigen Anlagengröße zur Stromgewinnung bietet.

2140

Viele dieser energieverbrauchenden Produktionsprozesse sind daher im Weltraum insbesondere sonnennah aufgrund der reichhaltig vorhandenen Energie vom Prinzip her kostengünstiger durchzuführen als auf der Erde, dies gilt insbesondere, wenn hierfür bereits eine funktionsfähige ebenfalls kostengünstige Transportinfrastruktur durch Verwendung von Lastenseglern besteht.

2145

Hierbei geht es jedoch nicht nur allein um Kostenvorteile, sondern um die langfristige Verlagerung umweltschädlicher Industrien (wie den Bergbau und die Energieerzeugung) in den Weltraum und damit den Schutz und Erhalt wertvoller, für die Nahrungsproduktion wichtiger Anbauflächen auf der Erde, sowie die Sicherung des in nicht zu weiter Ferne auf der Erde erlahmenden Rohstoffnachscheses für bestimmte Stoffe.

2150

2155

2160

### **Bevorzugtes Design eines Betonring-Raumfahrzeuges**

- 2165 Das Design eines bevorzugtes Endproduktes der Weltraum-Ring-Segment-Betonbauweise, besteht aus einem runden Raumfahrzeug von der Form eines Dame- bzw. Mühlesteines, an dessen schmalen Seiten wie an den anderen hier behandelten Raumfahrzeugen und Strukturen auch, nach außen abstehende Kompletthrustereinheiten befestigt sind. Diese sollten allerdings von Außen mit Treibstoff nachgefüllt werden können, da ein komplettes Auswechseln zum Nachtanken nicht sinnvoll sein dürfte.
- 2170 Die schmale Seite der Raumschiffhülle ist aus einzelnen Ringlagen zusammengesetzt, aus denen der flache, zylinderartige Hohlkörper besteht, der durch zwei Abschlusscheiben an den Enden begrenzt wird. Diese Abschlussscheiben sind selbst auch wieder aus mehreren Ringen zusammengefügt.
- 2175 Da es sich um ein Raumfahrzeug handeln soll, dass nicht selbst landet, sondern lediglich für den Transport im offenen, strahlungsgefährdeten Weltraum vorgesehen ist, benötigt es keine aerodynamische Form. Daher wurde mehr Wert auf Funktionalität, einfaches Design und insbesondere auf eine Aussenform gelegt, die möglichst leicht mit einfach geformten Bauteilen zusammengefügt werden kann, was zu dieser doch recht gewöhnungsbedürftigen Form führt.
- 2180
- 2185 Der wertvolle Innenraum im Zentrum der Scheibe würde an beiden Seiten (oben und unten) für Lande- und Andockeinrichtungen freigehalten, bei denen es sich einfach um freie Räume handeln kann, die mit ferromagnetischen Metallplatten versehen sind auf denen das andockende Fahrzeug sich mit Hilfe von (Elektro-)Magneten befestigt.
- 2190 Es wäre jedoch auch die Verwendung der in diesem Antrag behandelten Magazin-Andockeinrichtungen für mehrere Raumfahrzeuge (z. B. mehrerer Kommunikations- Erkundungs- und Funktionseinheiten) denkbar und sinnvoll.
- 2195 Bevorzugt wäre hierbei eine Ausführung mit freiem Landeplatz und Eingangsschleuse für Astronauten auf einer Scheibe und einem Andockmagazin für mehrere Ergänzungseinheiten auf der gegenüberliegenden Scheibe des Raumschiffes.
- Um die zentralen Andockräume herum wären Solarzellen für die Stromversorgung und Antennen/Schüsseln für Sende- und Empfangseinrichtungen, bzw. Meßeinrichtungen sowie Kameras angeordnet.
- 2200 Der Durchmesser dieses Raumschiffes, dass sich mittels der Seitenstrahlthruste um seinen Mittelpunkt dreht und dadurch insbesondere am Innenradius der seitlichen Außenwände künstliche Erdschwerkraft schafft, soll in diesem Beispiel 100 m betragen. Mit seinen 4 m dicken Wänden hätte es eine enorme Masse. Als Thruster dürften hier allerdings wegen der großen zu bewegenden Masse eher chemische, jedoch nachtankbare Antriebe in Frage kommen.
- 2205

2210 Nehmen wir an, das Raumschiff sei in der Nähe der L1-Librationsregion zusammengefügt und die außenliegenden Komplett-Thrustereinheiten von außen mit im Weltraum gewonnenen Treibstoff befüllt worden.

2215 Das auf den Weg bringen dieses massereichen Raumfahrzeuges dürfte wegen der dort herrschenden absoluten Schwerelosigkeit in beide Richtungen, also sowohl zur Sonne hin als auch zur Erde hin relativ einfach sein, denn der normalerweise schwere Körper würde ja Anfangs kaum etwas wiegen und muss nur sozusagen „bergabwärts“ in Richtung der sodann immer stärker werdenden Gravitation in Bewegung gebracht werden.

2220 Seinen späteren Einsatz dürfte eine derartige Konstruktion voraussichtlich als sogenannter Cyclor finden. Dabei wird das Raumfahrzeug in einen stark elliptischen Orbit versetzt, dessen Gipfelpunkte die zu erreichenden Ziele anvisieren, z. B. ein Erdorbit mit einem Gipfelpunkt innerhalb des Erdmagnetfeldes und dem zweiten Gipfelpunkt in der Nähe des Mars.

2225 Vorteil dieses Einsatz als Cyclor ist, dass das Raumfahrzeug sich in einem Orbit befindet, der keiner bzw. nur geringfügiger weiterer Korrektur der Umlaufbahn bedarf. Es kreist einfach auf seiner Umlaufbahn immer weiter. Der Treibstoffverbrauch ist daher sehr gering.

2230 Diese Verwendungsform bietet sich daher insbesondere für sehr massereiche und daher schwierig und Treibstoffintensiv zu navigierenden Raumfahrzeuge geradezu an.

Allerdings muß in einem solchen Fall immer der Zeitpunkt zum „Zusteigen“ durch die potentiellen Fahrgäste abgewartet werden.

### 2235 **Masse des Betonwand-Raumfahrzeuges**

Es wird von einem Raumfahrzeug ausgegangen, dessen Innenraum 12 m in der Höhe und 100 m im Durchmesser beträgt und das die Form eines Mühle- bzw. Damesteines hat.

2240 Der Aussendurchmesser des Fahrzeuges beträgt wegen der 4 Meter dicken Wände somit 108 m, die Höhe 20 m. Zur Montage werden 12 Betonringe von durchschnittlich 1 m Breite (auch wenn die Maße durch das Profil anders sind) und 4 m Dicke sowie 2 Endplatten von 4 m Breite und einem Durchmesser von 108 m benötigt.

2245 Die Dichte des Betons wird mit 2,4 to/m<sup>3</sup> angenommen.

Ringe	1.307 m <sup>2</sup> x 1 m =	1.307 m <sup>3</sup> x 12 =	15.684 m <sup>3</sup>
Endplatten	9.164 m <sup>2</sup> x 4 m =	36.656 m <sup>3</sup> x 2 =	73.312 m <sup>3</sup>

2250 89.176 m<sup>3</sup> x 2,4to

= 214.022 to  
=====

2255 Ein voll ausgebautes und beladenes Betonraumschiff nach diesem Design dürfte somit eine Masse von unter 220.000 Tonnen bei mehr als 94.000 m<sup>3</sup> Innenvolumen haben.

Dies erscheint im Vergleich zu einer druckstabilisierten Glas-Stahlbau-Konstruktion, von der enormen Masse her sicherlich als Nachteil.

2260 Warum dann also dieses Design?

Die hohe Masse des hier vorgeschlagenen Raumfahrzeuges hat unbestritten Nachteile, insbesondere in Bezug auf die erforderlichen Beschleunigungskräfte im späteren Betrieb, jedoch wiegen die Vorteile die Nachteile zum derzeitigen Stand der Technik bei weitem auf

2265 Die Hauptvorteile liegen darin, dass die Technologie zur Gewinnung der Rohstoffe als auch zur Konstruktion der Hülle einfach ist und nach Auffassung des Erfinders die für die Menschheit schnellstmögliche Lösung des Problems der Strahlungsbelastung durch die meterdicke Betonwand verspricht.

2270 Sobald die Menschheit in der Lage ist, Metalle, Glas und CNT-Materialien im Weltraum mit vertretbarem Aufwand zu gewinnen, zu verarbeiten und zu formen, werden sicherlich zumindest die Endplatten, die mehr als 80 Prozent der Masse des Körpers ausmachen, durch eine CNT-Stahl- und Glas-Konstruktion ersetzt.

2275 Für das erste strahlungssichere bemannte Raumschiff mit Gravitation sollte jedoch die „fensterlose“ Ausführung genügen.

Im übrigen sollte man sich nicht durch die vorgenannten hohen Massenwerte abschrecken lassen. Derartiges hat die Menschheit in Form der Pyramiden schon mit weit primitiveren

2280 Mitteln unter Einsatz von Tausenden von Sklaven und der Notwendigkeit, gegen die Erdgravitation ankämpfen zu müssen, zu Wege gebracht.

Doch was sind schon diese hunderttausende von Erdgewichts-Tonnen, wenn diese in der beinahe-Schwereelosigkeit von Asteroiden ein erstaunlich niedriges tatsächliches Gewicht haben und zudem noch durch Roboter bewegt werden können?

2285

Der Erfinder geht jedenfalls davon aus, dass die erforderlichen Rohstoffe in Massen durch einfachen Tagebau mit den hier geschilderten Verfahren gewonnen werden können.

2290 Bei der Metallgewinnung für eine relativ dünne Raumschiffhülle sind zwar die Massen der im Endeffekt verwendeten Metalle insgesamt erheblich kleiner, um aber Bleche zu erhalten, müssen riesige Erzmengen verarbeitet werden und zusätzliche Schmelz- und Walzprozesse erfolgen, bevor ein erheblich arbeitsintensiverer Konstruktionsprozess in Gang gebracht werden kann.

2295 Beim Betonieren werden jedoch nur die erforderlichen Rohstoffe gemischt, in die Formen befördert und zum Abbinden gebracht.

### **Montage der Betonring-Segmente**

2300

Nach dem Abbinden befindet sich jeder einzelne Ring noch in seiner Form, die bereits in einem voll bewegungsfähigen Raumfahrzeug eingehängt ist. Grundsätzlich besteht daher die Möglichkeit, das Zusammenführen der ineinandersteckbaren Ringe mit ihren Pendants durch diese Raumfahrzeuge durchführen zu lassen.

2305 Außerdem ist es jedoch auch möglich, zusätzlich oder anstelle der Antriebe des Transportfahrzeuges evtl. noch anzufügende bzw. bereits von vornherein in den Formen eingefügte eigene Thruster der Ringeinheiten zu verwenden.

2310 Nach dem Zusammenfügen zweier Ringe werden diese an den Seiten durch Spannvorrichtungen, bestehend aus CNT-Gurten/Seilen und entsprechender Endhaken an den äußeren Rändern zusammengespannt. Dies geschieht bevorzugt mit insgesamt zwei Spanner-Paaren die sich außen am Ringdurchmesser diagonal gegenüberliegen, wobei die Abstände jeweils 90 Grad betragen.

2315 Diese Spannerereinheiten verbleiben auch nach der Fertigstellung der Form als Verstärkung am Raumschiff.

2320 Die Ringe sind nach Fig. 13 a so geformt, dass sich nach dem Zusammenfügen an den äußeren Schnittstellen eine keilförmige, nach außen verzüngende Aussparung mit stumpfen Keilende ergibt. Diese Aussparung wird mit einem breiteren CNT-Abdeckband abgedeckt (durch Aufkleben oder Umwickeln um den kompletten Körper und Spannen). Sodann wird der sich dadurch ergebende keilförmige Hohlraum mit Beton ausgefüllt und dieser zum Abbinden gebracht.

2325 Der letzte Ring an beiden Seiten ist jeweils der äußerste Ring der Abschlußplatten. In diesen werden die immer kleiner werdenden inneren Ringe der Abschlußplatte gesteckt, die ebenfalls so profiliert sind, dass sie sich ineinander fügen. Auch diese Ringe werden mit Spannern gesichert, mit Abdeckband abgedeckt und die verbleibenden Aussparungen mit Beton ausgefüllt.

2330 Nach dem Abbinden der letzten Aussparung ist die Schiffshülle fertiggestellt. Soweit die Thrustereinheiten bereits vorher in die Formen eingefügt waren, können diese nunmehr mit Tankfahrzeugen von Außen mit Treibstoff befüllt werden.

2335 Außerdem ist auch die Anbringung von Aufschraub-Thrustereinheiten an den gewünschten Stellen möglich.

2340 Sämtliche Thrustereinheiten wären mit Sendern und Empfängern versehen, die eine Überwachung des Füllzustandes, der Arbeitsdrücke und Temperaturen, sowie eine Fernsteuerung ermöglichen.

2345 Da jede einzelne Einheit angesteuert werden kann, ist die Leerhülle ab diesem Zeitpunkt manövrierfähig und in der Lage, ihren Rückweg in eine nähere Erdumlaufbahn anzutreten, wo sie von menschlichen Astronauten in Besitz genommen und weiter ausgebaut werden kann.

### **Betonring-Space-Habitat**

2350 Die o. a. mühlesteinartige Form des Raumfahrzeuges eignet sich sicherlich auch für ein Weltraum-Habitat; allerdings sollte das Habitat deutlich größer sein und zwar zumindest etwa 1000 m in Durchmesser, weil ab diesem Durchmesser die Erzeugung von künstlicher Gravitation von einem G keine Unannehmlichkeiten/Schwindelgefühle bei den menschlichen Bewohnern zu erwarten sind.

2355 Bei kleineren Durchmessern wäre dies jedoch der Fall, weil die Umdrehungsgeschwindigkeit entsprechend erhöht werden müsste.

Vorteil dieser Mühlestein-Form gegenüber einem Habitat in Torusform ist das deutlich größere, besser nutzbare Volumen.

2360 Gegenüber den ersten fensterlosen Raumfahrzeugen sollte das Habitat zumindest Glasaußenwände besitzen. Dies könnte derart erfolgen, dass drei dieser Mühlesteine unter Reduzierung der inneren Trennwände auf insgesamt 4 m Dicke aufeinandergesetzt werden und die beiden äußeren jeweils eine Endplatte aus Glas bzw. Beton/Glas CNT-Glas-Verbundstoffen erhalten.

2365 Es würde somit eine mit Beton umgebene Kerneinheit entstehen, die vollständig durch diesen geschützt und „fensterlos“ wäre. Zur Erhöhung der inneren und äußeren Festigkeit, könnte diese und auch der Ring-Außenbereich noch zusätzlich mit CNT-Fasern beschichtet werden.

2370 Die beiden außenliegenden Einheiten könnten für Landwirtschaft und Freizeit als Gewächshäuser/Parklandschaft verwendet werden, wobei bei einer Beschädigung/Zerstörung der Abdeckplatte auf der anderen Seite immer noch ein Backup vorhanden wäre. Die Beleuchtung der sonnenabgewandten Seite würde dabei durch Spiegel erfolgen.

2375 Ein weiteres Merkmal eines bevorzugten Habitat-Designs wäre ein zylinderförmiger Beton-Innenring im Zentrum der Scheibenebene, der vollständig durch das Habitat hindurchführen und an den Enden mit Schleusen-Toren versehen ist. Damit dient diese Innenröhre als strahlungsgeschützte Einflugschleuse und Eingangsschleuse für Raumfahrzeuge und Astronauten.

2380

### **Torusform**

2385 Auch die Verwirklichung der Torusform ist mit Hilfe des Betonring-Segment-Systemes möglich.

Hierzu werden die einzelnen Ringe in gleicher Weise geformt, wie bei der Mühlestein-Form, jedoch mit dem Unterschied, dass Sie sich nach innen hin entsprechend der gewünschten Ringgröße verjüngen, so dass bei Aneinanderfügen aller breiten Seiten und aller sich verjüngenden Seiten ein Torus entsteht.

2390

Die Abdeckplatten werden in diesem Fall nicht mehr benötigt.

2395

2400

### Erläuterungen zu den Zeichnungen und Bezugszeichenliste

2405 Die nachfolgende Bezugszeichenliste setzt auf die Liste des am 26.07.2002 eingereichten Vorantrages auf und ergänzt diese um die Ziffern 5 (Innenring), 6 (Außenring einer Tochterstruktur, die in den Innenring der Mutterstruktur eingesetzt wird) und 7 (Steck- und Schraubthruuster-Einheiten. Sie gilt damit für beide Anträge.

2410 Analog wird auch die Nummerierung der Zeichnungen des Vorantrages (letzte Zeichnung war Fig. 7) fortgesetzt. Die erste Zeichnung dieses Ergänzungsantrages beginnt daher mit Fig. 8.

Thrusternummerierungen beziehen sich auf die Einzelthruster in der jeweiligen Zeichnung.

2415 Die Zeichnungen sind bei weitem nicht maßstabsgerecht, da sich die Größe der zu beschreibenden Objekte im Quadratkilometer Bereich bewegen kann, während die strukturellen Teile der Konstruktionen wie z. B. die Rohrdurchmesser der Rohrsegmente des Aussenringes eher im Zentimeter-Bereich liegen können.

Die Bezugszeichen gliedern sich in die Bereiche

2420	1	=	Antriebseinheiten, Außenring und zentrale Antriebs-Einheiten/-Module
	2	=	Solar-Segel/ Haltegurte
	3	=	Nutzlast-Plattform
	4	=	Launcher-Transporthalterung für Ringsegmente
	5	=	Innenring als Dockingstation und/oder Geräte-Halterung
2425	6	=	Außenring einer Tochterstruktur
	7	=	Steck- und Schraubthruuster-Einheiten

### Zu Fig. 8

2430 Fig 8 stellt eine Kopplungseinheit dar, die sowohl zum Andocken kleinerer Raumfahrzeuge/Funktionseinheiten in Mutterstrukturen dient, als auch verschiedene Vorrichtungen zum Umgehen mit bzw./ zum Einspannen von Objekten besitzt. Bei den Vorrichtungen handelt es sich um Seilwinden, die mit unterschiedlichen Halte- bzw.  
2435 Greifmöglichkeiten versehen sind.

Durch das Auswechseln der inneren Funktionseinheit kann ein Raumschiff/ eine Weltraumstruktur einfach für einen anderen Zweck umgerüstet werden.

2440 Diese in mehreren der hier vorgestellten Entwicklungen verwendete Einheit stellt nach Auffassung des Erfinders auch die wichtigste Verbesserung/ Ergänzung der im Vorantrag vorgestellten Erfindungen dar, da das Docken und Laden/Löschen im Zentrum der Scheibe eine erhebliche Verbesserung der Nutzungsmöglichkeiten dieser Ringstrukturen bietet, insbesondere auch zur Modularisierung und der robotischen Ablaufsteuerung.  
2445

**Zu Fig. 8. a**

2450 Fig. 8 a zeigt eine doppelte Dockingstation, die es erlaubt oberhalb und von unterhalb der Scheibenebene eines Thrusterring-Raumfahrzeuges oder einer entsprechenden Raumfahrt-Struktur anzudocken. Das heißt, zwei Tochter-Einheiten könnten gleichzeitig an- oder ablegen.

2455 Die Doppel-Dockingstation wird genau wie der Docking Innenring nach Fig. 8 in das Zentrum des Außenringes mit Hilfe von Gurten, aber ggf. auch mit Hilfe von Seilen oder hochbelastbaren CNT-Fäden o. ä. eingespannt.

2460 Zur zusätzlichen Sicherung gegen Schwingungen/Vibrationen ist auch eine Befestigung der beiden Abschlussringe 5.4 mittels Seilen oder CNT-Fäden 5.3.1, möglich, die ähnlich wie bei Zeltstangen von oben nach unten führend zum Außenring gespannt und dort befestigt werden (s. hierzu auch Fig. 8.b).

2465 Es handelt sich hierbei um ein leichtes Gerüst bestehend aus 3 Rohr-Ringen oder auch aus Ring-Scheiben, die durch vertikal stehende Rohre 5.3 auf Abstand gehalten und stabilisiert werden.

2470 Grundsätzlich kann hier das gleiche Zubehör (Winden, Docking-Halterungen, etc.) zur Verwendung kommen, wie bereits in den Erläuterungen zur Einzeldockingstation ausführlich erörtert.

**Zu Fig. 8. b**

2475 Fig. 8. b zeigt eine Magazin-Dockingstation, die es erlaubt, Raumfahrzeuge und flugfähige Funktionseinheiten in größeren Mengen mit einem Mutterschiff im hierfür besonders günstigen Zentrum der Scheibe zu transportieren, sowie automatisch andocken und ablegen zu lassen.

2480 Eine bevorzugte Anwendung wäre z. B. der Transport ganzer Schwärme von Nachrichten- und Beobachtungsatelliten zu ihrem Einsatzort. Um z. B. eine ständige Kommunikation rund um die Sonne und um Planeten oder Monde aufrechterhalten zu können oder zur Sonnenbeobachtung.

2485 In der vorliegenden Zeichnung ist zwar nur ein Dock mit 6 Anlegestellen eingezeichnet, grundsätzlich können jedoch auch insbesondere wegen der flachen Bauweise der Thrusterring-Raumfahrzeuge noch erheblich mehr Einheiten durch eine Verlängerung der Vertikalrohre 5.3 und zusätzliche Docking-Halterungen eingedockt werden.

Aus Balancegründen befindet sich jeweils eine gleiche Anzahl von Andockstellen oberhalb und unterhalb des Innenringes 5. In der Mitte wäre im vorliegenden Beispiel Platz für eine weitere Dockingstelle vorhanden gewesen, dieser wurde jedoch für eine Nutzlast-Plattform 3 verwendet.

2490 In der Zeichnung befindet sich ein kleines Antriebsring-Raumfahrzeug im untersten Magazin-Dock über der Nutzlastplattform 3. Beim Einsetzen in das Dock müssen die Docking-Halter 5.1 der obersten Liegeplätze nach außen gefahren werden. Dies geschieht mit Hilfe eines elektrischen Schneckenmotors 5.5, der die Zahnstangen-Zahnung 5.4.1 an der Unterseite der Halterungen antreibt.

2495

Die Befestigung im Dock erfolgt magnetisch und/oder elektromagnetisch durch Verwendung entsprechender ferromagnetischer Materialien in Verbindung mit Permanent- und/oder Elektromagneten.

2500

Bei der hier vorgesehenen größeren Höhe der Vertikalrohre 5.3 ist es ratsam, diese von beiden Seiten an den Enden durch Spannen von Sicherungsleinen 5.3.1 zu befestigen. Eine zusätzliche Erhöhung der Stabilität wäre durch Verwendung der Abschlussrohre oder Ringe 5.4 (s. Fig. 8. a) möglich.

2505

Wenn es sich bei dem Mutterschiff etwa um einen großen Lastensegler handelt (mit z. B. 1000 m Durchmesser, erscheint auch ein Dock, das an beiden Seiten 10 bis 20 m über die Ebene der Scheibe hinausragt, und z. B. einen Durchmesser von 20 Metern hat, nicht unproportional zur Gesamtgröße des Trägers.

2510

Mit relativ wenig Material, können hier also durch Verzicht auf Außenwände große Volumenkapazitäten erreicht werden, die die Stabilität der Struktur und die Manövrierfähigkeit wegen der mittigen Lagerung kaum beeinträchtigen.

2515

Der angesprochene Lastensegler hätte bei einem Dock mit 20 m Durchmesser und einer Höhe von 10 m über beide Seiten der Scheibe hinaus (also Gesamthöhe des Lagerraumes 20 m) etwa 6.300 m<sup>3</sup> Lagerfläche und es verbleibt immer noch ein verschwenderisches Flächenangebot zur Platzierung von Solarzellen und des Solarsegels.

2520

Man stelle sich einmal vor, welcher Unsicherheiten man wegen umherfliegender/schlagender Ladung bei quadratischen Mastenseglern in dieser Größenordnung nach früheren Solarsegler-Designs ausgesetzt wäre.

2525

Bei derartigen Seglern wäre außerdem an das hier anvisierte automatische Andockverfahren schon gar nicht zu denken.

Seine volle Leistungsfähigkeit kann dieses Transport-System jedoch erst in der Symbiose mit hierzu geeigneten Funktionseinheiten erreichen, die selbst auch flugfähig sind.

2530

So wäre die ideale Ergänzung zu diesem Frachtschiff ein System genormter, selbst flugfähiger Container. Dies könnte man in Form runder Container verwirklichen, die in einen Thrusterring so wie die Nutzlastplattform 3 in der vorliegenden Zeichnung eingespannt werden.

2535

Das Ionen-Thruster durchaus dazu geeignet sind, mehrere hundert Kilogramm schwere Raumfahrzeuge über längere Strecken zu bewegen, zeigt SMART I, die europäische Raumsonde der ESA zur Zeit in beeindruckender Weise. Die Container müßten jedoch lediglich kürzere Strecken z. B. von einem Asteroiden zum Lastensegler zurücklegen.

2540

Um kein Mißverständnis aufkommen zu lassen, der Erfinder sieht sehr wohl, dass sich diese Möglichkeiten auf den schwerelosen bzw. nahezu schwerelosen Raum beschränken und für den Umgang mit der Gravitation größerer Monde oder gar Planeten andere Antriebslösungen gefunden werden müssen. Im interplanetaren Raum wird jedoch der Großteil der Reisewege unter schwerelosen Bedingungen stattfinden und dafür sind die Thrusterring-Raumfahrzeuge in Verbindung mit dem Solarsegel-Antrieb bestens geeignet und bieten daher die Möglichkeit, eine kostengünstige Weltraum Infrastruktur aufzubauen.

- 2545 Fig. 9 soll ein trotz der elliptischen Form der Zeichnung rundes Raumfahrzeug darstellen, das die Funktion eines riesigen Käschers verrichtet. Es ist dazu gedacht, Weltraumschrott zu sammeln und zu entsorgen, und mit Mass-Drivern geschleudertes Material zu fangen und weiterzuleiten, könnte jedoch auch verwendet werden, den Orbit von Satelliten, denen der Treibstoff knapp wird, wieder zu erhöhen.
- 2550 Die große Stärke dieses Fahrzeuges resultiert aus der Schwäche seiner Ionen-Antriebe. Es kann sich behutsam an die einzufangenden Objekte annähern und dadurch Karambolagen vermeiden und verbraucht relativ wenig Treibstoff. Die Reichweite des Fahrzeuges könnte noch durch Einsatz von Solarsegeln im Thrusterring als zusätzlicher treibstoffloser Antrieb verbessert werden.
- 2555 Die gefangenen Objekte werden nur durch die etwas höhere Geschwindigkeit, die der Flugkäscher benötigt und die ständige Beschleunigung im Käscher gehalten. Ergänzend ist allerdings auch die Anbringung von Greifarmen und ähnlichem am Ring möglich.
- 2560 Die nicht verschlossene Käscheröffnung ermöglicht es dennoch, die Objekte durch Gegenbeschleunigung wieder in die gewünschte Richtung zu entlassen.
- Zum Aufbau:
- 2565 Der äußere Thrusterring ist hier mit erheblich mehr Doppel-Thruster-Einheiten (1.6) ausgerüstet, die das Fahrzeug mit der Scheibenfläche voran antreiben sollen als mit den Doppel-Thruster-Einheiten 1.5, die für die Drehung um den Pol der Scheibe und für die Bewegung mit einer Kante des Raumfahrzeuges voran zuständig sind.
- 2570 Dies ist auch verständlich, denn der Käscher soll ja auch mit der offenen Fläche voran betrieben werden.
- Der Käscher 2.7 ist in den Innenring 5 eingehängt, der wiederum in den Außenring 1 mittels Gurten eingespannt ist. Die Gurte tragen auch die für die Energieversorgung erforderlichen Solarzellen in Form des Solarzellen-Ringes 2.5. Der Außenring 1 könnte direkt an den Solarzellenring anschliessen, wenn die einzige Antriebsart der Ionen-Antrieb sein soll.
- 2575 Soll jedoch das Raumfahrzeug zusätzlich mit einem Solarsegel zur Verlängerung der Einsatzdauer und der Reichweite versehen werden, ist noch weiterer Raum für das Solarsegel, das in diesem Fall nur vom Außenring bis zum Solarzellenring reichen würde, erforderlich.
- 2580 In der Zeichnung sind außerdem noch die Hauptkameras 1.2.1, von denen sich jeweils 2 auf der anderen Seite gegenüberliegen. Diese Kameras liegen dicht zu den Kameras 1.2.2, die auf den Ionen-Thrustern-Einheiten 1.5 befestigt sind.
- 2585 Der Erfinder legt so viel Wert auf die Platzierung der Kameras, weil diese für ein durch Menschen ferngesteuertes robotisches Fahrzeug besonders wichtig sind.
- 2590 Zu der hier vorgestellten Anordnung ist zu sagen, dass die Kameras die beiden Augen der Menschen für die Fernsteuerung ersetzen müssen. Es ist daher wichtig, wenn diese sowohl für die Fahrtrichtung mit der Fläche vorwärts (Kameras 1.2.1) als auch mit der Kante voran am selben Ort liegen, damit keine Disorientierung erfolgt.

Das Umschalten der Orientierung von den Kameras 1.2.1 auf die Kameras 1.2.2 kann daher, wenn die Anordnung erfolgt wie vorgeschlagen, mit dem Anheben des Kopfes um in die Höhe zu schauen, verglichen werden. Da beide Kamerapaare jeweils doppelt vorhanden sind, ist eine Umschaltung mit einer Drehung der Ebene von 90 Grad auch möglich.

Da ein Innenring vorhanden ist, können selbstverständlich auch die bereits vorgestellten Greif- und Haltevorrichtungen nach Fig. 8 verwendet werden.

**Zu Fig. 9.a**

Das Raumfahrzeug in Fig. 9.a unterscheidet sich vom Fahrzeug in Fig. 9 nur darin, dass ein Sack anstelle des Käschers in den Innenring eingehängt ist.

Gedacht ist diese Anwendungsart für die Gewinnung größerer Mengen von Rohstoffen auf und in der Nähe von Asteroiden. Ein Sack ist eben immer noch der leichteste Transportbehälter und kann nach dem Gebrauch einfach durch Verschnürung verschlossen und sodann durch einen weiteren ersetzt werden.

Das Verschließen und Öffnen des Sackes könnte durch entsprechende Vorrichtungen am Innenring mit Hilfe der Seilwinden automatisch durchgeführt werden.

2615

**Zu Fig. 10**

Fig. 10 zeigt, dass es durchaus denkbar ist, einem Thrusterring-Raumfahrzeug durch Kombination mit einer chemischen Rakete (z. B. dem Booster einer Trägerrakete) eine hohe Anfangsbeschleunigung zu verschaffen.

2620

Die Rakete ist hierbei mittels der Haltegurte 2.1 und der Spanngurte 5.3.1 sowohl mit dem Innenring 5 als auch mit dem Außenring 1 verzurrt.

Nach dem Ausbrennen der Rakete könnte das Thrusterring-Raumfahrzeug die Verbindung lösen und den Flug mit dem eigenen Antrieb fortsetzen.

2625

**Zu Fig. 11**

Fig. 11 zeigt ein noch nicht fertiggestelltes Solarkraftwerk (Solar-Power-Station – SPS) ohne Antriebe und Solarzellen auf Grundlage eines Flugringes 1 mit einem inneren Andockring 5 und einer Bespannung mit Gurten 2.1.

2630

Rechts unten ist die mit dem Solarkraftwerk über ein Stromkabel verbundene Energie-Sendeanlage zu sehen.

2635

Die Befestigung der Solarzellen soll durch Einklemmen der Gurte zwischen den Halteplatten 2.1.1 und dem Solarzellengehäuse erfolgen. Hierbei werden die Halteplatten mittels Schrauben in die vorbereitete Schraubenlöcher an der Rückseite des Solarzellengehäuses angeschraubt. Links unten ist die Anbringung der Gurte dargestellt.

2640

**Zu Fig 12**

Fig. 12 zeigt eine Schraubthruster-Einheit, die dazu gedacht ist, im Untergrund eines Asteroiden mit Hilfe des großen Drehhebels und den nach unten drückenden Thrustern eines Flugringes eingeschraubt zu werden.

2645

Hierzu hat der in eine Spitze auslaufende Schraub- und Tankkörper der Thrustereinheit ein Schraubgewinde 7.1.3. Außerdem ist ein Tankstutzen zum Nachtanken vorhanden.

2650

Zweck des Einschraubens ist es, den Asteroiden durch günstige Platzierung mehrerer ferngesteuerter Thruster-Einheiten zu manövrieren.

**Zu Fig. 12.a**

Es handelt sich hierbei um eine Doppelthruster-Einheit zum Aufschrauben auf dicke, feste Untergründe, z. B. Beton. Die Thrustereinheit sitzt auf der Aufschraubplatte 7.2.7 auf durch die hindurch das Festschrauben in den Untergrund erfolgt.

2655

**Zu Fig. 12.b**

zeigt eine Doppelthruster-Einheit zum Stecken, zusammen mit der Steckhülse 7.2.4. Diese ist dazu gedacht vor dem Einsatz der Thruster-Einheit in den Untergrund eingelassen zu werden (z. B. beim Betonieren mit den in diesem Antrag behandelten Betonier-Formen.

2660

2665

2670

2675

2680

2685

**Bezugszeichen:**

2690

- 1 = Antriebsring
- 1.1 = Antriebs-Segment
- 1.1.1 = zentrale Antriebseinheit
- 1.1.2 = zentrales Antriebsmodul
- 1.2 = Leer-Segment
- 1.2.1 = Haupt-Stereo-Kamera
- 1.2.2 = Thruster-Aufsatz-Kamera

2695

- 1.3 = Seitenstrahl-Segment
- 1.4 = Gurthalterung
- 1.5 = Doppelthruster Seiten
- 1.6 = Doppelthruster oben/unten
- 1.7 = Befestigungs-Öffnung
- 1.8 = Befestigungs-Splint
- 1.9 = Strahlrohr-Halterung

2700

- 1.9.1 = Kontermuttern
- 1.9.2 = Konter-Halbrohr
- 1.9.3 = Splintstangen
- 1.9.4 = Halterungs-Halbrohr
- 1.9.5 = Tankrohr
- 1.9.6 = Elektro-Litze
- 1.10 = Strahlrohr
- 1.10.1 = Ionisator
- 1.10.2 = Beschleuniger
- 1.10.3 = Neutralisator

2705

- 2 = Solar-Segel
- 2.1 = Halte-Gurte
- 2.1.1 = Gurthalteplatten
- 2.1.1.1 = Gurthalte-Schrauben
- 2.1.1.2 = Gurthalte-Kontermuttern
- 2.2 = Rand-Gurt
- 2.3 = Ladegurt
- 2.4 = Segel-Folie/Stoff
- 2.5 = Solarzellen-Ring
- 2.6 = Solarzellen-Array
- 2.7 = Käscher-Netz
- 2.8 = Flugring-Transportsack

2710

- 3 = Nutzlast-Plattform

2715

- 4 = Launcher-Transporthalterung für Ring-Segmente
- 4.1 = Transportkopf
- 4.2 = Transportkopf-Endhalterung

Unter Gruppe 5 sind alle Einrichtungen zum Ankopeln aufgeführt, auch wenn diese sich am Außenring 6 der Tochtereinheit befinden

2720

- 5 = Innenring des Mutterschiffes/ der Ringstruktur - s. hierzu Fig. 8
- 5.1 = Andock-Halterung
- 5.1.1 = Halterungsgabel
- 5.1.1.1 = Gabelstangen-Verbindungsteil
- 5.1.1.2 = Gabel-Anschlag
- 5.1.2 = Untere Befestigungsschelle
- 5.1.3 = Obere Befestigungsschelle
- 5.1.4 = Befestigungs-Schraube
- 5.1.5 = Gabelhalteplatte
- 5.1.6 = Befestigungsschrauben-Mutter
- 5.1.7 = Elektroschloss
- 5.1.8 = Gabelenden-Schraubhülse
- 5.1.9 = Elektroschloss-Halteplatte (2.1.1)

2730

2735

Frank Ellinghaus, 102 34 902.9-2, 31.12.2003  
Beschreibung, Blatt 58

- |      |       |  |         |                                     |
|------|-------|--|---------|-------------------------------------|
|      | 5.2   | = Seilwinden   | 5.2.1   | = Seil o. Gurt o. Faden o. Trosse   |
|      | 5.2.2 | = Winden-Ring  | 5.2.3   | = Winden-Karabinerhaken             |
| 2740 | 5.2.4 | = Winden-Flugring  |         |                                     |
|      | 5.2.5 | = Dockingmagnet permanent                                  | 5.2.5.1 | = schaltbarer elektr. Dockingmagnet |
|      | 5.3   | = Docking-Vertikalrohr                                     | 5.3.1   | = Spannseil                         |
|      | 5.4   | = Abschluss-Ring   | 5.5     | = elektr. Schnecken-Motor           |
|      | 5.6   | = Dockingbügel   | 5.7     | = ferromagn. Abschluss-Ringscheibe  |
| 2745 | 5.8   | = Stromkabel   |         |                                     |
|      | 6     | = Außenring/Antriebsring der ankoppelnden Tochter-Struktur |         |                                     |
|      | 7     | = Schraub- bzw. Steckthruster-Einheit                      |         |                                     |
| 2750 | 7.1   | = Schraubthruster-Einheit                                  | 7.1.1   | = Strahlrohr                        |
|      | 7.1.2 | = Tank- und Schraubkörper                                  | 7.1.3   | = Schraubgewinde                    |
|      | 7.2   | = Steckthruster-Einheit                                    | 7.2.4   | = Steckhülse                        |
|      | 7.2.5 | = Hülsenstopplatte   | 7.2.6   | = Thrusterstopplatte                |
| 2755 | 7.2.7 | = Aufschraubplatte   |         |                                     |
| 2760 |       |  |         |                                     |
| 2765 |       |  |         |                                     |
| 2770 |       |  |         |                                     |
| 2775 |       |  |         |                                     |
| 2780 |       |  |         |                                     |