

# Raumfahrtantriebe in Science und Fiction

SFGH-Treffen am 26-04-2014  
ergänzt am 27.04.2014 nach der Diskussion



Die in der Science Fiction beschriebenen technischen Möglichkeiten, einen Planeten zu verlassen und den Raum zu durchqueren sind meist durch Stereotypen beschrieben („Impulstriebwerk“, „Hyperraumsprung“), ohne näher auf irgendwelche physikalische Grundlagen einzugehen.

Trotzdem finde ich die Schnittmenge zwischen Fiktion und Realität interessant genug für einen Vortrag, und vor unendlich langer Zeit hatten wir das Thema schon mal angesetzt, dann aber fallengelassen, da der damalige Referent keine Zeit hatte.

Beim Sammeln des Materials stieß ich dann auf das Problem, die verschiedenen Möglichkeiten zu Systematisieren und in Kategorien aufzuteilen.

Ich habe mich dann bewusst gegen die Einteilung durch die physikalischen Grundlagen der jeweiligen Technik entschieden, sondern mich statt dessen an den drei „Kosmischen Geschwindigkeiten“ orientiert..

Was ist damit gemeint?

Die **erste Kosmische Geschwindigkeit** oder auch **Kreisbahngeschwindigkeit** ist die zum Verlassen des Planeten notwendige Fluchtgeschwindigkeit, und beträgt für die Erde etwa 7,91 km/s (28476 km/h). Für den

Mond beträgt sie 1,68 km/s (6048 km/h)

Die **zweite Kosmische Geschwindigkeit** ist die Mindestgeschwindigkeit für eine offene, nicht zur Erde zurückkehrende Bahn. Sie beträgt 11,2 km/s (40.320 km/h).

Als **dritte Kosmische Geschwindigkeit** schließlich wird die Fluchtgeschwindigkeit bezeichnet, die erreicht werden muss, wenn man das Gravitationsfeld der Sonne verlassen will. Sie beträgt 42,1 km/s

Fangen wir also mit den Möglichkeiten an, den Planeten zu verlassen:

# Von der Erde in den Weltraum

## Nuklearer Antrieb

Insbesondere in den Romanen zwischen der Entdeckung der Atomkraft und der Landung auf dem Mond 1969 waren die Raketen häufig atomgetrieben, so auch in **Robert A. Heinleins** „**Endstation Mond**“, der vom Autoren begleitet auch verfilmt wurde. Probleme machte die Nutzung dieses Antriebs natürlich nicht, immerhin erschien dieser Roman schon 1947, und es existierte noch kein Bewusstsein für die Probleme der Radioaktivität. Bei **Perry Rhodan** immerhin versah der Autor **K.H.Scheer** Rhodans atomgetriebene Mondrakete STARDUST 1961 mit einer ersten, rein chemischen Stufe, um die Verschmutzung der Atmosphäre mit radioaktiven Spaltprodukten zu vermeiden...



Forschungen in diese Richtungen gab es durchaus: „Bei den nuklearen Raketenantrieben ist der Kernspaltungsantrieb zu erwähnen, bei dem durch nukleare Reaktionen hohe Temperaturen erzeugt werden, die dann zum Ausstoß einer Stützmasse dienen. Mittels Kernspaltung wird Wasserstoff oder Ammoniak extrem erhitzt und anschließend unter Druck ausgestoßen. Dazu gehört das von 1954 bis 1972 laufende Projekt NERVA der NASA, sowie 1992 TIMBERWIND im Rahmen der SDI-Initiative. Auch die Sowjetunion arbeitete mit dem Triebwerk RD-0410 in der Vergangenheit an Kernspaltungsantrieben mit festem Kern für die Raumfahrt.“ (Wikipedia)

## Weltraumkanone



Jeder von uns wird sich an **Jules Vernes** berühmten Roman **Von der Erde zum Mond** erinnern, in dem die drei Mondreisenden mit Hilfe einer gigantischen Kanone Richtung Mond geschossen wurden. Und jeder dürfte sich daran erinnern, dass durch die plötzliche Beschleunigung die drei Mondreisenden unweigerlich zerquetscht worden wären. Wahrscheinlich weniger bekannt ist, dass es durchaus eine wissenschaftliche Erforschung dieser Möglichkeit gab und gibt, um unbemannte Satelliten in den Orbit zu schießen:

„Als Transportmöglichkeit für beschleunigungsresistente Nutzladung, wie Satelliten, in den Orbit werden auch ballistische Methoden seit Jules Vernes Vision der Weltraumkanone diskutiert und erforscht. Vorteile gegenüber Raketentechnik wären deutlich reduzierte Kosten über einen höheren Nutzlast-Anteil und auch ein geringeres Unfallrisiko, u. a. da kein hochexplosiver Raketentreibstoff mitgeführt würde. Eines der ersten Projekten war das HARP-Projekt[13] von Gerald Bull bei dem mit optimierter Artillerie-Technik 3 km/s

Maximalgeschwindigkeit und 180 km Höhe erreicht wurden, also bereits ein Suborbitaler Flug. Ein



*Nachfolgeprojekt der 1990er, SHARP, arbeitete mit Leichtgaskanonen-Technik und peilte Maximalgeschwindigkeiten von 7 km/s an. Nach dem Ende des finanzierten SHARP-Forschungsprojekt wurde von Projektmitarbeitern die Firma Quicklaunch ausgegründet, welche versucht diese Technik weiterzuentwickeln und zu kommerzialisieren. Auch die Railgun-Technologie wird in Erwägung gezogen.“ (Wikipedia)*

## Elektromagnetisches Katapult

Eine moderne Variante der Weltraumkanone ist das Elektromagnetische Katapult, wie es von **Robert A. Heinlein** in seinem Roman „**Revolte auf Luna**“ beschrieben wird. Der Roman handelt vom Freiheitskampf der Mondkolonisten gegenüber der irdischen Föderation, in dessen Verlauf ein solches Katapult benutzt wird, um statt der Exportwaren riesige Felsbrocken auf irdische Städte zu schleudern.



*„Es gibt einen wissenschaftlichen Vorschlag für ein elektromagnetisches Katapult (engl. mass driver). Ein solches elektromagnetisches Katapult ließe sich mit dem Prinzip einer Coilgun oder Railgun im größeren Maßstab vergleichen: Das abzuschießende Objekt wird auf einer Startvorrichtung, beispielsweise einer Schienenform, befestigt, und darauf beschleunigt, bis es am Ende der Vorrichtung zum freien Flug kommt. Ein elektromagnetisches Katapult kann zum Beispiel von der Mondoberfläche Satelliten und Raumfahrzeuge in die Mondumlaufbahn befördern. Die ESA untersucht ein System mit einem Raketenschlitten als Starthilfe für Hopper.“ (Wikipedia)*

## Weltraumlift

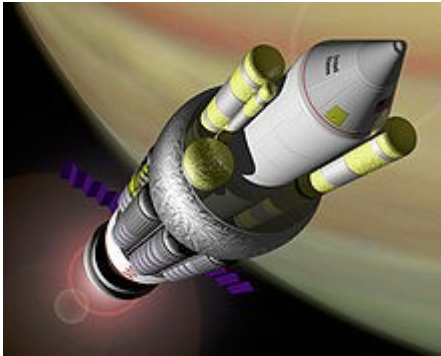


*„Ein weiterer Vorschlag ist der eines Weltraumliftes, einer Art Aufzug, welcher, am Erdboden beginnend, aus der Erdatmosphäre heraus bis in den Weltraum führen soll. Nachdem im Jahr 1895 das (nach heutiger Auffassung technisch unmögliche) Errichten eines Turmes (engl. space fountain) bis in den Weltraum vorgeschlagen war, wurde die 1957 zum Weltraumlift (engl. space elevator) abgewandelte Idee in den letzten Jahren wissenschaftlich zahlreich betrachtet. Das Konzept beinhaltet in heutigen Ausführungen ein festes Seil, das auf der Erdoberfläche verankert würde und an dessen anderem Ende ein Gewicht knapp oberhalb der geostationären Umlaufbahn hinge, wobei die Zentripetalkraft das Seil strammzöge und einen daran auf- und abfahrenden Aufzug ermöglichen sollte. Ein zentrales Problem ist die Festigkeit des Seiles – die Festigkeitswerte konnten jedoch in letzter Zeit deutlich verbessert werden. Beispielsweise Graphen oder Kohlenstoffnanoröhren erreichen die notwendigen Festigkeitswerte.“ (Wikipedia)*

Literarisch wurde ein solcher Weltraumlift von **A.C. Clarke** in seinem Roman „**Fahrstuhl zu den Sternen**“ beschrieben, wobei der Roman vom Kampf um die Errichtung der Anlage handelt. Ein System von mehreren solcher Anlagen entlang des Äquators wird dann in einem seiner letzten Romane, „**3001-die letzte Odyssee**“ beschrieben.

# Von Planet zu Planet

## Nuklearer Pulsantrieb

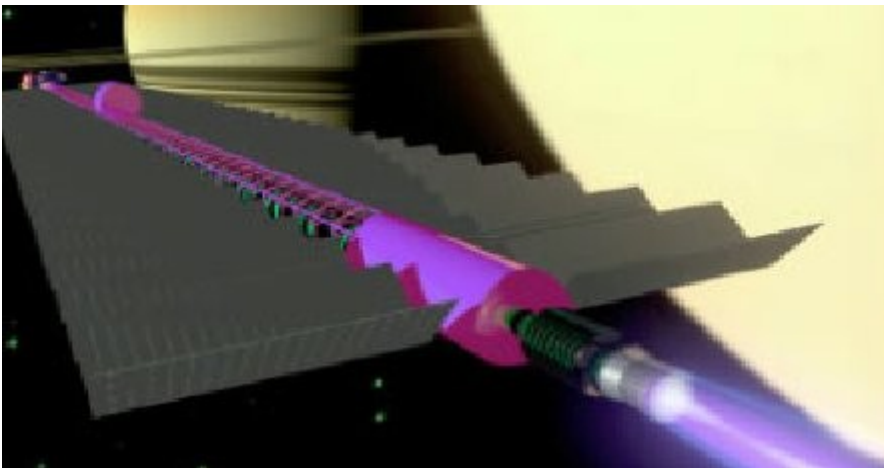


„Das Konzept wurde in den 1950er und 1960er Jahren vorgeschlagen. So haben das **Orion-** und **Daedalus-Projekt** Raumschiffe vorgesehen, die alle paar Sekunden eine nukleare Explosion am Heck auslösen. Das Raumschiff wäre dann durch die Sprengwirkung nach vorne geschoben worden. Der Vorteil eines solchen Antriebes ist die Einfachheit des Konzepts, das sich schon mit heutigen Technologien realisieren ließe, wobei letzte Fragen bezüglich des Strahlenschutzes für die Crew und das Raumschiff selbst nicht abschließend geklärt sind. Zu Beginn der 1960er Jahre laufende Forschungen wurden aus

politischen und rechtlichen Gründen, insbesondere aufgrund des Vertrages zum Verbot von Nuklearwaffentests in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser abgebrochen. Sie könnten wegen der notwendigen Vertragsänderungen nur in der internationalen Gemeinschaft wieder aufgenommen werden.“ (Wikipedia)

Eine Verwendung dieser m.E. ziemlich verrückten Idee, die tatsächlich -wenn auch mit chemischem Sprengstoff und Modellen- praktisch ausprobiert wurde ist mir nicht bekannt, trotzdem wollte ich es erwähnen. Wer mag, findet auf Youtube mit dem Suchbegriff „Orion Projekt“ die dazugehörigen Filmdokumente: <http://youtu.be/Pcidu6ppcFg>

## Fusionsantrieb



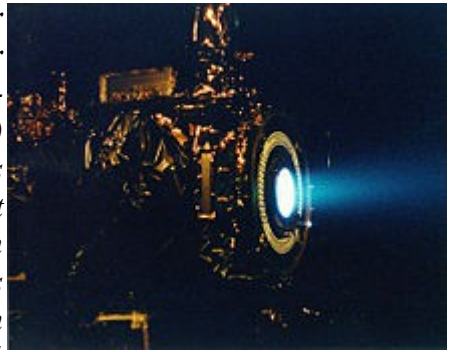
„Dieser Antrieb ist ähnlich dem Kernspaltungsantrieb, außer dass die Energie aus Kernfusion gewonnen wird und somit wesentlich höher ist. Die Energie der Kernfusion wird mittels Neutronenstößen an ein niedermolekulares Gas, zum Beispiel Wasserstoff, weitergegeben. Die „Asche“ der Fusion wird ebenfalls in den Abgasstrahl gemischt,

das dadurch entstehende heiße Plasma wird mittels einer magnetischen Düse entspannt.“ (Wikipedia)

Hier findet sich wohl die (theoretische) Antriebsart wieder, die für unterlichtschnelle Raumflüge am häufigsten verwendet wird, nämlich das Impulstriebwerk, auch wenn dessen Funktionsweise meist nicht beschrieben wird. Da die Raumschiffe der Zukunft üblicherweise ihre Energie durch Kernfusion gewinnen, hat man eine starke Energiequelle, die ein möglichst effizientes Raketentriebwerk basierend auf dem Newtonschen Prinzip Aktion = Reaktion ermöglicht (Impulserhaltungssatz)

## Ionentriebwerk

*„Der Ionenantrieb ist eine Antriebstechnik für Raumfahrzeuge, bei dem der Ausstoß eines Ionenstrahls zur Fortbewegung genutzt wird. Es wird auch als "solar-elektrischer Antrieb" bzw. "Solar Electric Propulsion" (SEP) bezeichnet. Dabei wird das schwere Edelgas Xenon als Treibstoff eingesetzt, welches in einem kleinen Tank mitgeführt wird. Das Prinzip des Ionenantriebs ist bereits seit den sechziger Jahren entwickelt worden. Ein Prototyp dieses Triebwerkstyps arbeitete erstmals 1992 auf dem europäischen Satelliten Eureka. Auch die Raumsonde Deep Space 1 [3]*



*besitzt ein Ionentriebwerk. Die Funktionsweise des Antriebs besteht darin, dass das Gas durch Beschuss mit Elektronen zunächst ionisiert, dann elektrostatisch beschleunigt und anschließend durch eine Düse mit hoher Geschwindigkeit ausgestoßen wird. Die Stromversorgung des Triebwerks erfolgt über neuartige Solarzellen mit hohem Wirkungsgrad, die über zwei großflächige Sonnenpanele verteilt sind. Als Treibstoff des Ionenantriebs dient sowohl das Gas als auch die zusätzlich benötigte elektrische Energie.*

*Das stufenlos drosselbare Triebwerk liefert lediglich einen Schub von 20 mN bis 92 mN. Um die Sonde dennoch auf eine hohe Geschwindigkeit zu bringen, bleibt der Motor während der Beschleunigungsphase über lange Zeit in Betrieb. Die Gesamtbrenndauer des Triebwerks hängt vom mitgeführten Xenon-Vorrat ab. Da das Triebwerk einen hohen Wirkungsgrad (Antriebsimpuls pro Gramm Treibstoff) hat, ist im Endeffekt für einen Flug im freien Weltraum der Treibstoffbedarf wesentlich geringer als bei herkömmlichen Raumsonden. Raumfahrzeuge mit Ionenantrieb eignen sich daher besonders gut, um andere Planeten innerhalb unseres Sonnensystems zu erreichen.“  
(Raketentechnische Visionen im Zeitraffer, Telepolis)*

Ich kann mich an SF-Comics erinnern („Raumagent Alpha“), in denen die Rede von Ionentriebwerken war, die die Raumschiffe antrieben, doch ich denke, es wird klar, dass der geringe Schub zwar brauchbar für Raumsonden ist, die jahrelang unterwegs sind, nicht aber für Raumschiffe, die von Menschen gelenkt werden.

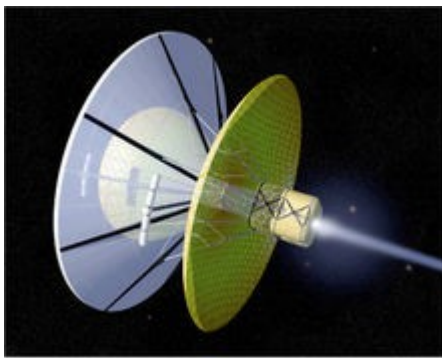
# Von Stern zu Stern

## Photonenantrieb

*„Bei einer Photonenrakete, u. a. vorgeschlagen von Eugen Sänger, würde ein Atomreaktor eine schwarze Fläche so stark erhitzen, dass die Schwarzkörperstrahlung der Fläche Schubkraft erzeugt. Der Nachteil besteht darin, dass sehr hohe Energiemengen notwendig sind, um winzigste Schubkräfte zu erzeugen. Da die Rakete durch die Kernspaltung/-fusion/-annihilation Masse verliert, sind die spezifischen Impulse niedrig. Der Radiator (die schwarze Fläche) würde aus Wolfram oder Graphit bestehen. Photonenraketen sind technologisch machbar, aber ineffektiv.“ (Wikipedia)*

In manchen SF-Werken (so z.B. in Eberhard Del Antonios „Titanus“) verwenden interstellare Raumschiffe ein Photonentriebwerk, doch dürfte durch die Beschreibung klar sein, dass dieses Triebwerk in der Realität zwar die Lichtgeschwindigkeit erreichen kann, dafür aber sehr lange braucht. Es ist also eher nicht damit zu rechnen, dass ein solches Triebwerk eingesetzt wird.

## Staustrahl-Triebwerk



*„Beim interstellaren Staustrahltriebwerk wird während des Fluges mit Hilfe eines starken Magnetfelds interstellarer Wasserstoff gesammelt. Je höher hierbei die Geschwindigkeit wird, desto mehr Wasserstoff kann bei dem von R.W. Bussard 1960 vorgestellten interstellaren Staustrahltriebwerk ("Interstellar Ramjet") gesammelt werden.*

*Das Original-Fluggerät sammelt mit einem großen Magnettrichter geladene Teilchen aus dem interstellaren Medium und leitet sie zu einem H-He-Fusionsreaktor, in dem die Teilchen zu Treibstoff umgewandelt werden. Gemäss Bussards*

*Berechnungen würde ein 1000 t-Raumschiff mit 100% Reaktorwirkungsgrad fast endlos bei 1 g beschleunigen und so innerhalb eines Jahres Lichtgeschwindigkeit erreichen. Der Nachteil von Bussards Staustrahltriebwerk ist, dass es nicht vom Stillstand aus funktioniert, sondern auf etwa 4-6% der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden muss, um den richtigen Strom von geladenen Teilchen zu bekommen.*

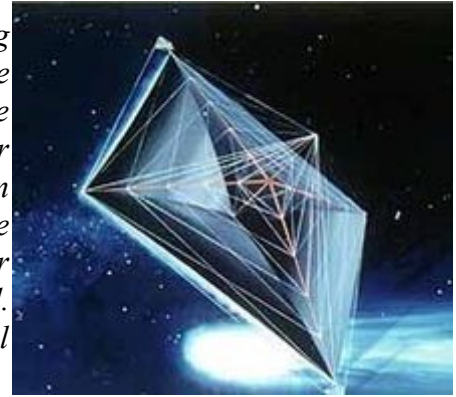
*Zu den Möglichkeiten der Leistungssteigerung beim interstellaren Staustrahl-Triebwerkkonzept gehören die Beschleunigung auf die Staustrahlgeschwindigkeit mit einem Lichtsegel, das Aufladen der einströmenden neutralen Teilchen mit Hilfe eines Lasers, die Erhöhung des Schubs des Raumfluggerätes durch Antimaterie/Materie-Reaktionen oder der Einsatz eines Beschleunigers als Alternative zum Reaktionsmasseantrieb (z.B. durch Fusion oder Antimateriekatalyse). Das Problem bei interstellaren Staustrahltriebwerken wäre die Größe. So rechnet die NASA bei einer 45-jährigen Mission zu Alpha Centauri mit einem 3000 t-Raumschiff, das einen Einlass mit 650 km Durchmesser hätte.“ (Raketentechnische Visionen im Zeitraffer, Telepolis)*

Das beschriebene Triebwerk verwendet das Raumschiff aus Poul Andersons „Universum ohne Ende“, um ein nahegelegenes Sternensystem im Zeitdilationsflug zu erreichen. Allerdings kommt es zu einem Unfall, und es besteht keine Möglichkeit mehr, das Raumschiff zu wenden, um rechtzeitig abzubremsen. Statt dessen beschleunigt die Mannschaft das Raumschiff immer mehr, bis seine Geschwindigkeit sich der des Lichtes soweit angenähert hat, dass außerhalb des Schiffes in wenigen Tagen Milliarden Jahre vergehen, und das Universum beginnt (entsprechend der damaligen kosmologischen Theorien), wieder in sich zusammenzustürzen zu einem erneuten Urknall...



## Sonnensegel

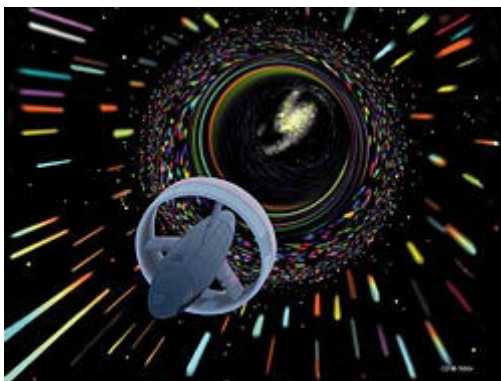
*„Sogenannte Sonnensegel befinden sich in der Entwicklung und sollen sich den Effekt des Strahlungsdrucks zunutze machen, indem sie mit einem großen Segel elektromagnetische Strahlung einfangen und davon angetrieben werden. Der Schub wäre dabei minimal (und nähme mit der Entfernung von der Strahlungsquelle quadratisch ab), jedoch wäre er ohne Treibstoffverbrauch entstanden und bliebe stetig, solange der Einfluss von Strahlungsquellen mit dem Segel genutzt wird. Bei einem Lasersegel wird mit einem Laserstrahl auf das Segel gezielt.“ (Wikipedia)*



Ein solches Lasergetriebenes Segel kommt in Jerry Pournelle und Larry Nivens Roman „Der Splitter im Auge Gottes“ (1975) zum Einsatz, aber schon in den 50er Jahren tauchte diese Technologie in den Werken von Cordwainer Smith auf, wobei die Raumschiffe dort fast wie alte Segelschiffe agieren.

Kommen wir nun zu den etwas „exotischeren“ Antriebsarten, die uns häufig genug in der SF begegnen, dafür aber weniger in der augenblicklichen und zukünftigen Raumfahrttechnologie:

## Raumkrümmungsantriebe



*„Ein funktionsfähiger Warp-Antrieb muss die Eigenschaft haben, einen bestimmten Energie-Impuls-Tensor zu erzeugen, welcher das Raumzeitgebiet um ein Raumschiff herum derart verändert, dass die Entfernung zwischen Start- und Zielpunkt verringert wird. Dies bedeutet nichts anderes, als dass die Raumzeit vor dem Schiff kontrahiert und hinter ihm wieder expandiert. Da sich die Raumzeit selbst überlichtschnell ausbreiten darf, könnte ein Objekt also theoretisch in einer solchen Warp-Blase mitreisen. Die erste funktionierende Warp-Metrik wurde 1994 von Miguel*

*Alcubierre aufgestellt. Sie ist jedoch keine strenge Lösung der Einsteingleichungen, sondern wurde direkt mit den gewünschten Eigenschaften konstruiert. Um die Gleichungen zu erfüllen, ist eine negative Energiedichte erforderlich, welche auch als exotische Materie bezeichnet wird.*

*Da der Alcubierre'sche Antrieb zusätzlich etwa zehn Milliarden mal mehr exotische Materie benötigt, als das Universum insgesamt besitzt, wurde er von Van den Broeck dementsprechend verbessert. Dazu schloss er die Alcubierre'sche Warp-Blase um zwei weitere Blasen herum. Seine Rechnungen zeigten, dass sich der Bedarf an exotischer Materie dadurch zwar nicht aufhebt, aber zumindest auf einige Sonnenmassen reduziert wird. Die äußere Blase, also die eigentliche Alcubierre-Warp-Blase, wird dabei als sehr klein ( $R=3 \cdot 10^{-15} \text{m}$ ) angesetzt. Die innerste Blase besitzt dafür jedoch eine Oberfläche, die einer Blase von 200 m Durchmesser entspricht. Diese scheinbare Diskrepanz wird durch die vierdimensionale Geometrie ermöglicht. Die Materiedichte ist bei beiden Antrieben jedoch so hoch, wie die Materiedichte des Universums kurz nach dem Urknall gewesen ist. Alcubierre und Broeck gingen von einer vorher ungekrümmten Raumzeit aus. Ist die Raumzeit hingegen gekrümmt, so genügen nach Sergei Krasnikov bereits 10 kg exotischer Materie, um solch ein System aus Warp-Blasen zu erzeugen. Durch geringfügige Modifikation der Van-Den-Broeck-Metrik gelang es Krasnikov, die notwendige Menge an exotischer Materie auf*

einige Milligramm zu reduzieren.

Untersuchungen von Finazzi, Liberati und Barceló stellen die Stabilität der Warp-Blase in Frage. McMonigal, Lewis und O'Byrne von der University of Sydney gehen aufgrund einer theoretischen Studie davon aus, dass beim Abbremsen eine für die Umgebung tödliche Strahlung entsteht.“ (Wikipedia)

Es wird klar, dass der Warpantrieb des uns allen bekannten Raumschiffs Enterprise auf theoretische Möglichkeiten der heute bekannten Physik beruht, auch wenn die praktische Umsetzung aufgrund der erforderlichen Energie und eingesetzten Materie ziemlich unwahrscheinlich ist. Ich würde daher von einem zumindest denkbaren Antrieb sprechen.

## Sprungtore und Wurm Löcher

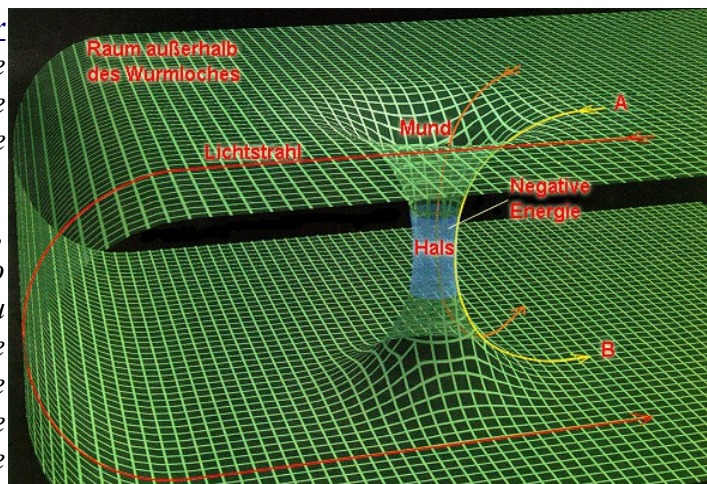
„Es gibt bislang keine experimentellen Beweise für Wurm Löcher. Wheeler und Fuller zeigten sogar 1962, dass Wurm Löcher in der Allgemeinen Relativitätstheorie instabil sind. Einige Wissenschaftler wie [Kip Thorne](#) gehen davon aus, dass eine Instabilität der Wurmlochverbindung nur durch sogenannte exotische Materie verhindert werden könne und er konstruierte unter der Annahme von deren Existenz Modelle in beider Richtungen durchquerbarer Wurm Löcher (Morris-Thorne-Wurmloch 1988). [Stephen Hawking](#) schließt nicht völlig aus, dass es durch hineinfallende Teilchen normaler Materie trotzdem zu einem schnellen Zusammenbrechen des Wurmloches kommen könnte. In seinem Buch [Das Universum in der Nussschale](#) stellt Hawking zahlreiche Überlegungen dazu an, welche praktischen Auswirkungen nutzbare Wurm Löcher zur Folge hätten.

Die exotische Materie hat die Eigenschaft, einem bestimmten Raumgebiet (dort, wo das Wurmloch sein soll) antigravitativ zu wirken (genauer, es hat eine negative mittlere Energiedichte). Bisher ist keine Möglichkeit bekannt, wie man exotische Materie herstellen, geschweige denn, wie man damit Wurm Löcher bauen kann.

Einige Schätzungen gehen davon aus, dass man für ein Wurmloch mit einem Meter Durchmesser exotische Materie äquivalent einer Jupitermasse brauchen würde. Eventuell sind nur mikroskopische Wurm Löcher (das heißt von der Größe weniger Atomradien) möglich, wenn exotische Materie beziehungsweise negative Energiedichten im Spiel sind. [Matt Visser](#) von der Universität von Victoria ([Wellington](#)) geht jedoch davon aus, dass auch sehr kleine Mengen exotischer Materie zur Erzeugung von Wurm Löchern ausreichen. Visser spekulierte auch darüber, dass Varianten von Kosmischen Strings Wurm Löcher in der Frühzeit des Universums erzeugt haben könnten, die heute über den Gravitationslinseneffekt beobachtbar wären.

[...]

Science-Fiction, die sich im Rahmen der Wissenschaft bewegen will, nutzt gerne Wurm Löcher, um Reisen im Weltraum zu beschleunigen. Die Serie [Deep Space Nine](#) aus der [Star-Trek](#)-Reihe beispielsweise handelt von einer abgelegenen Raumstation, die durch ein in der Nähe entdecktes Wurmloch große strategische und wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Allerdings ist dieses Wurmloch kein Wurmloch im eigentlichen Sinne, sondern eine künstlich erzeugte Passage. Auch die mehrere Jahre laufende Serie [Stargate](#) bedient sich dieser Technologie. In dem Kinofilm [Donnie Darko](#) wird dagegen die Existenz eines Wurmlochs als Ausgangspunkt für eine paradoxe und





vieldeutige Geschichte um Zeitreisen, Schicksal und Metaphysik verwendet. Auch hier ist der Rahmen der Geschichte aber nur scheinbar wissenschaftlicher Natur und wird mit zahlreichen Elementen der [Fantasy](#) aufbereitet. Des Weiteren kommt im Film [Déjà Vu – Wettlauf gegen die Zeit](#) eine Maschine vor, die mittels Wurmlöchern in die Vergangenheit sehen, geringe Mengen Materie in die Vergangenheit schleusen und die Vergangenheit sogar verändern kann. In dem Film [Contact](#) wird ein künstlich hergestelltes Wurmloch dazu verwendet, um mit einer anderen Zivilisation Kontakt aufzunehmen. In der Serie [Sliders](#) ist es möglich, per Wurmloch in Parallelwelten zu reisen. In der Comicverfilmung [Thor](#) reisen die Götter zu verbundenen Planeten ebenfalls durch ein Wurmloch. Eine weitere Referenz zu Wurmlöchern ist Hauptbestandteil des Spielprinzips von [Portal](#), in dem der Spieler mittels eines Geräts durch zwei Portale Wurmloch-ähnliche Durchgänge kreiert, um Hindernisse zu umgehen und Rätsel zu lösen. Im dritten Teil der [Crysis-Trilogie](#) wird ebenfalls auf die Theorie von Wurmlöchern zurückgegriffen.

Diese Darstellung von Wurmlöchern in der Science-Fiction hat allerdings wenig mit der oben beschriebenen Theorie gemein. So wird zum Beispiel das Wurmloch häufig als ein zweidimensionales „Loch“ dargestellt, in das Personen ein- und austreten. Laut der Theorie der Wurmlöcher ist die Öffnung eines Wurmlochs allerdings kugelförmig. Auch ignorieren die meisten Science-Fiction-Autoren die von der Theorie vorhergesagten enormen [Gezeitenkräfte](#). Aus wissenschaftlicher Sicht sind solche Fantasien daher unrealistisch. Darstellungen von Wurmlöchern, die eher dem aktuellen Kenntnisstand entsprechen, findet man in Das Licht ferner Tage von [Stephen Baxter](#) und [Arthur C. Clarke](#) sowie – sehr detailliert – in den Büchern Diaspora von [Greg Egan](#) und [Contact](#) von [Carl Sagan](#) als auch in dem [Weltenbau](#)-Internetprojekt Orion's Arm. (Wikipedia)

Und auch hier wird zumindest versucht, in den Kategorien der heutigen Physik zu denken, die häufig genug schon phantastisch genug ist, unbeschadet der Fragen zur technischen Realisierbarkeit.

## Trägheitsloser Antrieb

Der Begriff des **Trägheitslosen Antriebs** ist mir bislang nur bei E.E.“Doc“Smith Super-Space-Operas aus den Zwanziger und Dreißiger Jahren des letzten Jahrhunderts untergekommen, auch wenn der Begriff der „Andruckabsorber“, der die üblichen Erschütterungen des Raumschiffs in der Schlacht aufhebt, in dieselbe Richtung zu zielen scheint. Die Andruckabsorber werden aber üblicherweise mit einem künstlichen Schwerfeld in Verbindung gebracht, was verhindert, das zum einen die Besatzung durch die Gegend schwebt, wenn das Raumschiff in einem stabilen Orbit ist, zum anderen Erschütterungen des Raumschiffs durch Treffer in der Raumschlacht sich auf die Besatzung überträgt – auch wenn aus dramaturgischen Gründen die meisten SF-Filme eine andere Darstellung wählen.

Der Antrieb in den **Skylark-Romanen** und dem **Lensmen-Zyklus** basiert auf zwei technischen Voraussetzungen, die jeder physikalischen Grundlage entbehren: Mit Hilfe einer einfachen Physikalisch-chemischen Reaktion gelingt es, Kupfer als Materie direkt in Bewegungsenergie umzusetzen, und zudem ist es genauso einfach möglich, die Trägheit der Materie aufzuheben. Die Kombination dieser beiden Techniken ermöglicht dann die überlichtschnelle Raumfahrt...

Dieser Antrieb entbehrt jeglicher physikalischer Grundlage, und ist insofern noch nicht mal denkbar, sondern nur noch phantastisch.

## Unendlicher Unwahrscheinlichkeitsdrive

Der **Unendliche Unwahrscheinlichkeitsantrieb** ist ein zentrales Thema des Romans (Per Anhalter durch die Galaxis). Dabei handelt es sich um einen Raumschiffantrieb, der die Bewältigung von gewaltigen Distanzen ohne Zeitverlust erlaubt. Der eigentliche Antrieb des Drives ist ein unendlich schneller Computer, der mit Unwahrscheinlichkeitsberechnungen beschäftigt wird. Der Trick besteht darin, möglichst etwas absolut Unwahrscheinliches, quasi „unendlich unwahrscheinlich“, als Aufgabe zu stellen, so dass der Computer, der ja unendlich schnell ist, versucht, Unendliches sofort zu berechnen. Die Aufgabe, die dann zum Durchbruch der Leistung des Antriebes führte, war, wie unwahrscheinlich es sei, diesen „unendlichen Unwahrscheinlichkeitsdrive“ herzustellen. Das Raumschiff durchfliegt mit aktiviertem Antrieb praktisch jeden Punkt des Universums gleichzeitig; außerdem wird die Reise häufiger von den absurdesten Zwischenfällen begleitet, zum Beispiel löst eine Aktivierung des Antriebs die Entstehung des Lebens aus und eine andere sorgt dafür, dass das Schiff samt Besatzung auf Miniaturgröße geschrumpft wird und in Zaphods Jackentasche landet. Das passiert, da die Geschwindigkeit des Raumschiffs mittels Instochastik berechnet und von Unwahrscheinlichkeitsfaktoren bestimmt wird. Dadurch werden unwahrscheinliche Dinge auf einmal wahrscheinlich. Der Effekt hebt sich einige Minuten nach der Deaktivierung des Antriebs langsam selbst auf, die meisten Folgeerscheinungen bleiben jedoch bestehen. Der Antrieb stellt in der Geschichte des Anhalter-Universums eine technologische Neuerung dar, wird aber wegen seiner Unzuverlässigkeit und der unvorhersehbaren Zwischenfälle bald durch den Bistr-O-Mathik-Drive abgelöst.

## Bistr-O-Mathik

Die **Bistr-O-Mathik** ermöglicht ähnliche Geschwindigkeiten wie der Unendliche Unwahrscheinlichkeitsdrive; sie ist aber nicht auf komplexe Berechnungen angewiesen, sondern beruht auf der Erkenntnis, dass in Restaurants die Zahlen anderen Gesetzen folgen als anderswo. Daher besteht das Rechenzentrum von Slartibartfaß' Raumschiff, das durch Bistr-O-Mathik angetrieben wird, aus einem italienischen Restaurant.

„Der Bistr-O-Mathik-Drive ist eine hinreißende neue Methode, riesige interstellare Entfernungen ohne das ganze gefährliche Herumgefummle mit Unwahrscheinlichkeitsfaktoren zurückzulegen. [...] Zahlen, die innerhalb von Restaurantgrenzen auf Restaurantrechnungen geschrieben werden, folgen nicht denselben mathematischen Gesetzen wie Zahlen, die in allen anderen Gegenden des Universums auf allen anderen Stückchen Papier geschrieben werden.“

– Das Leben, das Universum und der ganze Rest, Kapitel 7

„»Auf einem Kellner-Rechnungsblock«, sagte Slartibartfaß, »prallen Wirklichkeit und Unwirklichkeit so fundamental zusammen, dass das eine das andere wird und innerhalb bestimmter Grenzen alles möglich ist.«“

– Das Leben, das Universum und der ganze Rest, Kapitel 8

Einer der bizarrsten mathematischen Begriffe, die in der Bistr-O-Mathik definiert werden, ist das Reziprovers-Exkluson: Eine Zahl, die nur dadurch beschrieben werden kann, dass sie alles andere als sie selbst ist. (Wikipedia)

Nachdem wir es bis in die satirischen Tiefen des Handbuchs „Per Anhalter durch die Galaxis“

geschafft haben, kommt zum Schluss der Antrieb, der am weitesten verbreitet ist:

## **Hypersprung/Transitionsantrieb**

In vielen SF-Romanen ist das Problem der interstellaren Raumfahrt durch die Erfindung des **Hypersprung** gelöst. Jeder von uns kennt die Analogie zum zweidimensionalen Blatt, bei dem durch den „Sprung“ durch die dritte Dimension die Flachlandbewohner schneller von A nach B kommen können, statt dem längeren Weg auf dem gefalteten zweidimensionalen Blatt zu folgen.

In großen Serien wie der Perry-Rhodan-Serie ist diese Analogie zu einer analogen Physik ausgebaut worden, die dann mit sechs- und siebendimensionalen Raumfahrtantrieben und -techniken die Probleme der Überwindung von Raum und Zeit löst.

Allerdings hat diese „Parallelphysik“ keine Grundlage im augenblicklichen physikalischen Weltbild und insofern ist der Hypersprung für mich mehr ein Sprachbild, ein „Geist aus der Maschine“, wie die Magie im Fantasyroman. Ähnliche Sprachbilder sind „Blaster“ oder „Impulstriebwerk“, da meist darauf verzichtet wird, irgendeine plausible Erklärung zu liefern.

Es funktioniert einfach, und ermöglicht, spannende Abenteuer zwischen den Sternen zu schildern, und das ist es doch, woran wir uns vor allem erfreuen!

Zusammengestellt von Fred Körper  
Quellen:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Antriebsmethoden\\_für\\_die\\_Raumfahrt](https://de.wikipedia.org/wiki/Antriebsmethoden_für_die_Raumfahrt)

[https://de.wikipedia.org/wiki/Interstellare\\_Raumfahrt](https://de.wikipedia.org/wiki/Interstellare_Raumfahrt)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Warp-Antrieb>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Wurmloch>

[https://de.wikipedia.org/wiki/Hintergr%C3%BCnde\\_zu\\_Per\\_Anhalter\\_durch\\_die\\_Galaxis](https://de.wikipedia.org/wiki/Hintergr%C3%BCnde_zu_Per_Anhalter_durch_die_Galaxis)

<http://www.heise.de/tp/artikel/18/18687/1.html>