

Warp oder Hyperraum – Überlichtgeschwindigkeit nur in der Popkultur oder eine realistische Zukunft?

Greselius-Gymnasium Bramsche

Facharbeit im Fach:

Astronomie

Jan Butrym, Jahrgang 12

Fachlehrer: Herr Riemer

Abgabetermin: 02.03.2026

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Was sagt die Physik dazu?	1
2.1. Wie schnell ist überhaupt Licht?	1
2.2. Was sagt Einstein dazu?	2
2.3. Die Welt ist kausal.....	2
2.4. Die Zeitdilatation	3
3. Wie hat das die Popkultur gelöst?	4
4. Der Warpantrieb	5
4.1. Wie funktioniert der Warpantrieb	5
4.2. Können wir den Warpantrieb bauen?	6
5. Der Hyperraum	7
5.1. Was ist der Hyperraum	7
5.2. Können wir den Hyperraum nutzen?	8
6. Warp vs. Hyperraum	9
7. Gibt es noch andere Möglichkeiten	9
7.1. Das Wurmloch	9
7.2. Reisen ohne Überlichtgeschwindigkeit auch möglich	10
8. Fazit	12
9. Literaturverzeichnis	13
9.1. Internetquellen	13
9.2. Literaturquellen	14
9.3. Abbildungsverzeichnis	14

Einleitung

Das interstellare Reisen in Filmen und Serien ist mittlerweile selbst verständlich. Es ist ein Phänomen, an dem sich viele Werke der Popkultur bedienen, um es in ihre Welten einzubauen. Es gibt den Autoren die Möglichkeit, ihre Welten nahezu unendlich groß zu erschaffen. Die prominentesten Beispiele für solche Werke, die sich an dem Reisen mit Überlichtgeschwindigkeit bedient haben, sind wahrscheinlich *Star Wars* und *Star Trek*. In beiden Universen ist das Reisen mit Überlichtgeschwindigkeit ein Kernthema. Dabei gibt es zwei Weisen, wie das Reisen mit Überlichtgeschwindigkeit dort dargestellt wird. Es gibt einmal den Hyperraum und den Warpantrieb. Deswegen habe ich mich gefragt, ob so ein Reisen mit Überlichtgeschwindigkeit in unserer Welt überhaupt möglich ist.

Was sagt die Physik dazu?

Im folgenden Abschnitt werde ich erklären, welche physikalischen Regeln dem Reisen mit Überlichtgeschwindigkeit im Weg stehen könnten.

Wie schnell ist überhaupt Licht?

Bis zum 17. Jahrhundert waren die damaligen Physiker davon überzeugt, dass die Geschwindigkeit des Lichts unendlich groß ist. Der Erste, der bemerkte, dass dies nicht der Fall war, war Galileo Galilei. Jedoch kam er zu keinen nennenswerten Ergebnissen, da seine Methoden auf einer sehr ungenauen experimentellen Berechnung basierten. Die erste Person, die zu einem angemessenen Ergebnis kam, war der dänische Astronom Ole Roemer. 1676 beobachtete er, dass sich die Zeiten der Verfinsterung der Monde des Jupiters leicht änderten, je nachdem, wie weit dieser von der Erde war. Mit ungefähren Werten, zum Abstand der Erde zum Jupiter, berechnete er, dass das Licht eine ungefähre Geschwindigkeit von $240.000 \frac{km}{s}$ hätte. Den nächsten wichtigen Fortschritt machte dann Hippolyte Fizeau im Jahr 1849, der mithilfe von Lichtreflektionen die Geschwindigkeit des Lichts auf etwa $313.000 \frac{km}{s}$ berechnete. Zusätzlich experimentierte er, wie sich die Geschwindigkeit des Lichts verändert, wenn es durch verschiedene Stoffe durchscheint. Mit der Zeit wurden die Methoden und somit auch die Werte immer genauer und seit 1983 ist die Lichtgeschwindigkeit, die mit dem Formelzeichen c beschrieben wird, auf genau $299.792.458 \frac{m}{s}$ definiert.¹

¹ (Chodos, 2010)

Was sagt Einstein dazu?

Einstein hat damals mit seiner Speziellen Relativitätstheorie (SRT) und Allgemeinen Relativitätstheorie (ART) die Physik revolutioniert. Die SRT beschäftigt sich mit der relativen Bewegung der Körper zueinander und verbindet den dreidimensionalen Raum fest mit der Zeit. Die ART erweitert die SRT, indem sie die Gravitation als Krümmung der Raumzeit beschreibt.² Ich werde hier auf die Theorien nur sehr oberflächlich eingehen, da es sonst zu komplex für die Facharbeit wäre.

Die Welt ist kausal

Um zu verstehen, warum sich nichts schneller als Licht bewegen kann, müssen wir erstmal verstehen, dass die Welt kausal ist. Kausalität bedeutet, dass es einen festen Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung gibt und nichts von alleine passiert. Zusätzlich muss die Ursache immer vor der Wirkung eintreten und die Reihenfolge darf nicht vertauscht werden. Damit die Welt kausal ist, müssen Informationen, also unsere Ursachen, eine feste Obergeschwindigkeit haben, damit die Reihenfolge aus Ursache und Wirkung erhalten bleibt. Diese Kausalität kann nur auf der atomaren Ebene sicher nachgewiesen werden. Wenn wir uns auf der Quantenebene bewegen, tritt die Heisenbergsche Unschärferelation ein. Diese besagt, dass man den Ort eines Teilchens nie genau, zu einem bestimmten Zeitpunkt, ermitteln kann. Jedoch wird davon ausgegangen, dass dieser Zusammenhang auch auf der Quantenebene herrscht. Aber diese Theorie ist für dieses Beispiel nicht weiter relevant.³

Somit kann sich keine Information schneller als Licht verbreiten. Als Beispiel nehmen wir mal einen Bogenschützen, der auf einen

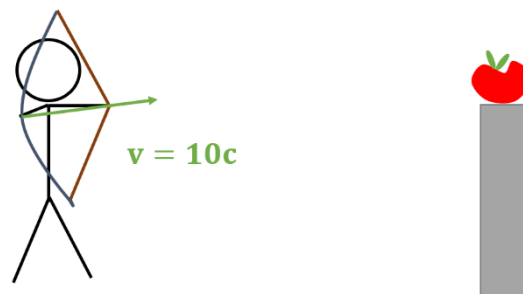


Abbildung 1: Bogenschütze und Apfel

Apfel schießen will. Und der Pfeil hätte eine Geschwindigkeit von der zehnfachen Lichtgeschwindigkeit. Das würde dazu führen, dass der Apfel zuerst abgeschossen werden würde, bevor der Schütze den Pfeil überhaupt abfeuert. Und da der Apfel schon abgeschossen wäre, hätte der Schütze keinen Grund den Pfeil abzuschießen, was zu einem Paradoxon führen würde.⁴ Deswegen können

² (Hofer, 2006)

³ (Lesch, Was ist Kausalität?, 2005)

⁴ (Takeuchi, 2005)

sich in unserem Universum keine Informationen schneller als das Licht verbreiten, da sie sonst der Ursache zuvorkommen könnten.

Die Zeitdilatation

Die Zeitdilatation ist ein Phänomen, das sich am einfachsten durch das folgende Gedankenexperiment erklären lässt. Wir haben zwei Raumschiffe, die eine Höhe

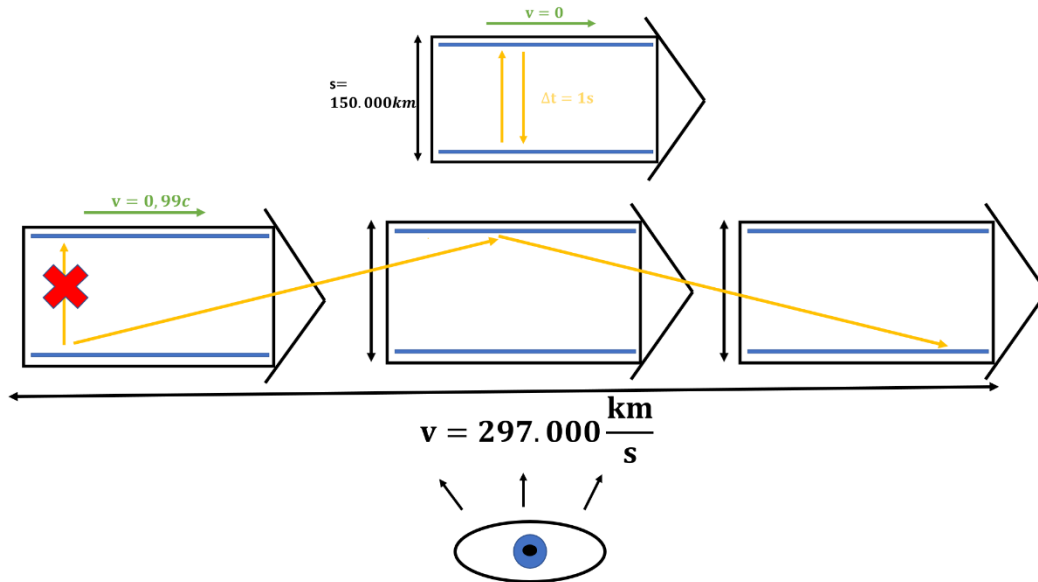


Abbildung 2: Das zwei Schiffe Gedankenexperiment

von 150.000 km besitzen, und am Boden und an der Decke einen Spiegel. In beiden wird ein Lichtstrahl parallel zur Seitenwand abgeschossen. Der Unterschied zwischen den Raumschiffen liegt darin, dass sich das eine relativ zum Beobachter nicht bewegt, hingegen das andere mit einer Geschwindigkeit von $0,99c$ voranschreitet. In dem Raumschiff, das ruht, braucht das Licht eine Sekunde, um von einem Spiegel bis zum anderen und zurück, wenn wir von einer gerundeten Lichtgeschwindigkeit von $300.000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ausgehen. Jedoch ist die Strecke, die das Licht im Raumschiff zwei zurücklegen muss, deutlich höher als die im Raumschiff eins. Würden wir hier von jeder anderen Geschwindigkeit reden, würden sich diese vektoriell addieren und das Licht bräuchte für die ganze Strecke auch nur eine Sekunde. Da das Licht aber nicht schneller sein kann als die Geschwindigkeit c , bleibt es bei seiner Geschwindigkeit. Dadurch wirkt es auf den äußeren Betrachter so, als wenn das Licht deutlich länger brauchen würde als das in Raumschiff eins, um die Strecke zurückzulegen.⁵ Jenes lässt sich ganz einfach mit einer Rechnung belegen, indem wir die Werte in den Satz des Pythagoras einsetzen:

⁵ (Physik-Simpleclub, 2015)

$$(ct)^2 = (vt)^2 + s^2$$

ct = Strecke die das Licht zurücklegt

vt = zurückgelegte Strecke des Raumschiffs

s = Strecke von einem Spiegel zum anderem

Umstellen nach t:

$$(ct)^2 = (vt)^2 + s^2$$

$$t = \frac{s}{\sqrt{c^2 - v^2}}$$

Werte einsetzen:

$$t = \frac{150.000km}{\sqrt{\left(300.000 \frac{km}{s}\right)^2 - \left(297.000 \frac{km}{s}\right)^2}}$$

$$t \approx 3,5444s$$

Das ist die Zeit, die das Licht für den außenstehenden Beobachter braucht, um von dem einen Spiegel zum anderen zu kommen. Somit braucht es für die ganze Strecke etwa $t = 7,0888s$. Das ist aber nur die Zeit, die für den außen Beobachter vergangen ist. Damit Licht für jeden Beobachter gleich schnell ist, muss die Zeit und der Raum so verformt werden, damit die Geschwindigkeit des Lichts also $\frac{Weg}{Zeit}$ gleich bleibt. Dadurch vergeht die Zeit im Raumschiff zwei für den äußeren Beobachter langsamer, um die längere Strecke mit der längeren Zeit auszugleichen. Eine Person, die sich im Raumschiff zwei befindet, würde das alles nicht spüren. Für sie würde die Zeit normal weiterlaufen.

Wie hat das die Popkultur gelöst?

Wie bereits erwähnt, sind in der Popkultur die zwei berühmtesten Methoden für das interstellare Reisen mit Überlichtgeschwindigkeit der Warpantrieb und der Hyperraum. Im Folgenden werde ich die zwei Methoden erklären und beleuchten, ob eine Möglichkeit bestehe, diese auch in der Realität umzusetzen. Natürlich gibt es mehrere Weisen, auf die das Reisen im Weltall dargestellt wird, jedoch sind diese beiden die weitverbreitetsten.

Der Warpantrieb

Das bekannteste Beispiel für den Warpantrieb ist die *USS Enterprise* aus der Serie *Star Trek*. Dabei ist die Funktionsweise, wie sie in der Serie beschrieben wird, relativ nah an dem, wie ein Warpantrieb in der echten Welt funktionieren würde beziehungsweise wie die Wissenschaftler vermuten, wie er funktionieren würde.⁶

Wie funktioniert der Warpantrieb

Der Warpantrieb ist soweit interessant, weil er kein gewöhnlicher Impulsantrieb ist. Also er gibt dem zu bewegenden Körper keine Bewegungsenergie durch einen Ausstoß der Masse. Beim Warpantrieb wird das Schiff an sich nicht bewegt. Das heißt, es hat eine kinetische Energie von 0. Der Warpantrieb erzeugt nämlich eine Blase um das Raumschiff herum, welche den Raum so krümmt, dass sich das Raumschiff relativ zur Außenwelt bewegt. Die Aufgabe der Warpblase ist es, den Raum vor dem Raumschiff zusammenzuziehen und den Raum hinter dem Raumschiff zu dehnen. Dadurch erhöht sich der Abstand zum Standort und

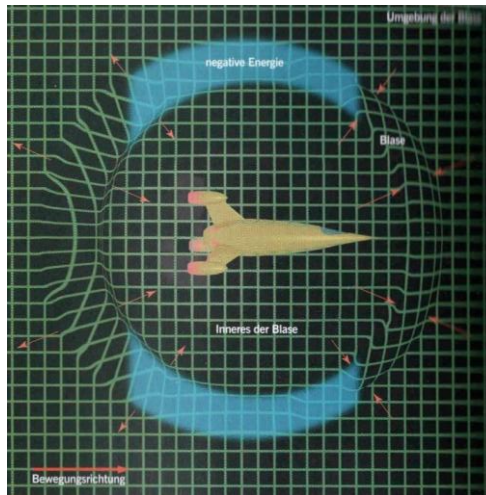


Abbildung 3: Warpblase

das Raumschiff bewegt sich relativ zum außen Betrachter. Um die Warpblase stabil zu halten, bräuchten wir an den Rändern Exotische Materie. Exotische Materie ist insofern besonders, da sie einen negativen Energiegehalt hat.⁷ Im Jahr 1994 beschäftigte sich Miguel Alcubierre mit dieser Antriebsform. Er fand eine Lösung für die Gleichungen von Einstein, die den Warpantrieb ermöglichen würde. Denn dadurch, dass sich nicht das Raumschiff, sondern der Raum drum herum schneller als Licht bewegt, verletzt es nicht die Thesen aus der SRT. Jedoch wies der Astronom Sergej V. Krasnikow darauf hin, dass eine Person, die in der Blase sitzen würde, keine Möglichkeit hätte, sie zu steuern oder anzuhalten.⁸

⁶ (Tolan, 2016)

⁷ (Lawrence H. Ford, 2000, S. 40)

⁸ (Lawrence H. Ford, 2000, S. 39)

Können wir den Warpantrieb bauen?

Das signifikanteste Problem, was wir haben, wenn wir vorhätten eine eigene Krümmung im Raum zu erschaffen, ist die Gewinnung der Exotischen Materie. Es wurde zwar bewiesen, dass eine Materie mit negativem Energiegehalt existiert, jedoch haben wir es bis jetzt nicht geschafft, sie vom Rest des Systems zu trennen und als alleinstehende Materie zu gewinnen. In einem Experiment wurden die Energiedichten von gewöhnlichem Licht und rauschunterdrücktem Licht untersucht. Das Licht hat im Normalfall einen positiven Energiegehalt. Der entsteht durch Schwanken der Teilchen, welches durch die Heisenbergsche Unschärferelation verursacht wird, die ich schon vorher erwähnt

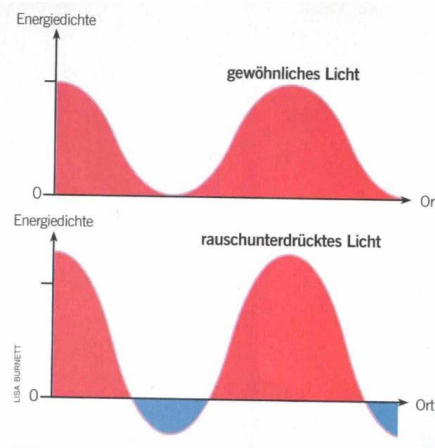


Abbildung 5: Energiedichte von Lichtwellen

hatte.⁹ Im Vakuum, welches einen Energiegehalt gleich Null hat, sind die Teilchen auch am schwanken. Das heißt, ein Vakuum ist niemals leer, denn es bewegen sich in ihm immer diese Teilchen. Wenn man es dann schafft, die Schwankung der Teilchen zu unterdrücken wie beim rauschunterdrückten Licht, müsste zwischenzeitlich ein negativer Energiegehalt entstehen, da sich noch wenige Materie bewegt, wie bei Energiegehalt gleich null. Um den dann auszugleichen, sind die Phasen mit dem positiven Energiegehalt größer. Somit wurde bewiesen, dass negative Energie existiert.¹⁰ Daraufhin wurde versucht den negativen Energiepuls vom ausgleichenden positiven Energiepuls räumlich zu trennen. Jedoch scheiterten alle Versuche, denn jegliche Räumliche Trennung der Impulse würde sofort einen weiteren positiven Energiepuls auslösen,

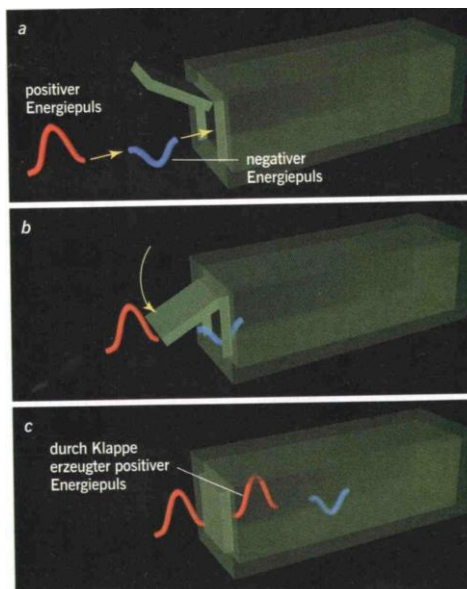


Abbildung 4: Versuch der Trennung von positiver und negativer Energiepulse

⁹ Vgl. Kapitel 2.3.

¹⁰ (Lawrence H. Ford, 2000, S. 38)

der dem Negativen folgen würde. Somit bleibt stand jetzt die Gewinnung der reinen Exotischen Materie nicht möglich.

Der Hyperraum

Der Hyperraum ist ein Ort, der vor allem aus dem *Star Wars* Franchise bekannt ist. Dort wurde er genutzt, um vor einer langen Zeit die weit, weit entfernte Galaxis zu bereisen.¹¹ Dort wird der Hyperraum als eine andere Dimension des bekannten Raumes beschrieben, in dem sich Objekte mit Überlichtgeschwindigkeit bewegen, denn dort herrscht nicht die Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze. Der Hyperraum ist hierbei weder ganz abgetrennt von dem Universum noch ist er ein Teil davon. Objekte im Hyperraum können aber von Objekten in der eigentlichen Dimension beeinflusst werden. Um in *Star Wars* den Hyperraum zu betreten, wird ein Hyperraumsprung ausgeführt (Abb. 7).



Abbildung 6: Die Negotiator fliegt durch den Hyperraum



Abbildung 7: Ein Hyperraumsprung aus der Cockpitsicht des Millennium Falken

Damit so ein Hyperraumsprung möglich ist, wird ein Hyperraumantrieb benötigt. Der erlaubt es dem Schiff die Überlichtgeschwindigkeit zu erreichen.¹²

Was ist der Hyperraum

Zu dem Hyperraum an sich gibt es nur sehr, sehr wenig Forschung. Der Begriff Hyperraum wird in der Wissenschaft für alle Dimensionen verwendet, die außerhalb unserer Raumzeit liegen. Eine Theorie, die unserer Raumzeit mehr Dimensionen hinzufügt, ist die Stringtheorie. Im Voraus ist es wichtig anzumerken, dass es nicht die eine Stringtheorie gibt, sondern viele verschiedene, die aber alle in ihrer Kernaussage ähnlich sind. Zusätzlich sei angemerkt, dass keine der Theorien bis heute bestätigt oder widerlegt wurde. Die Stringtheorie besagt grundlegend, dass das Universum im kleinsten Bestandteil aus Bändern besteht. Daher stammt auch der Name Stringtheorie. Dadurch, dass die Strings die kleinsten Bausteine unseres Universums sind, befinden sie sich auf der kleinsten

¹¹ (Lucas, 1978)

¹² (Jedipedia.fandom)

möglichen Größenordnung, die es im Universum gibt. Auf der sogenannten Planck-Länge.¹³ Die Planck-Länge beträgt etwa $1,6 \times 10^{-35} \text{m}$. Ab dieser Länge lässt sich die Quantenphysik nicht mehr mit der Relativitätstheorie vereinbaren.¹⁴ Dadurch, dass die Strings so klein sind, können wir sie nicht mehr sehen. Es ist stand jetzt nicht möglich, dass man Licht mit so kleinen Wellenlängen erzeugt, dass es uns erlauben würde die Strings zu sehen. Denn um die Wellenlänge des Lichts zu verkleinern, müssen wir ihm mehr Energie zuführen und dafür fehlt uns die Infrastruktur, um das auf die Skala zu machen. Damit die Stringtheorie so funktionieren kann, muss es im Universum mehr Dimensionen geben. Wir leben in 3+1 Dimensionen, 3 Raumdimensionen und einer Zeitdimension. Aber damit die Mathematik hinter den Stringtheorien funktioniert, braucht es je nach Theorie zwischen 9 und 11 Dimensionen. Eine der Bedingungen, die in diesen Dimensionen herrschen könnte, ist die, dass dort die Naturkonstanten anders sind.¹⁵

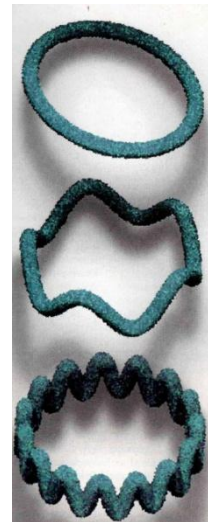


Abbildung 8:
Schematische
Darstellung von
String schleifen

Können wir den Hyperraum nutzen?

Die Darstellung des Hyperraumes in der Wissenschaft unterscheidet sich erheblich von dem, was uns das Kino bietet. Deswegen habe ich versucht eine eigene Herangehensweise zu ermitteln, um die beiden Versionen des Hyperraums zu vereinbaren. Durch die Wissenschaft wissen wir, dass eine Existenz von zusätzlicher Dimension in unserer Realität nicht ausgeschlossen ist. Außerdem gibt es zwei wichtige Überschneidungen zwischen der Wissenschaft und Science-Fiction. Und zwar ist in beiden Fällen der Hyperraum ein Teil unserer Realität, aber auch nicht ganz. Zusätzlich herrschen dort andere Naturkonstanten,¹⁶ was zum Beispiel die Begrenzung für die Lichtgeschwindigkeit aufheben könnte. Somit hätten wir potenziell die Möglichkeit, mit Überlichtgeschwindigkeit durch das Universum zu reisen. Jedoch wissen wir nicht, wie wir den Bereich der zusätzlichen Dimensionen betreten können, und selbst wenn uns das gelingen sollte, sind die Dimensionen, die mit der Stringtheorie einhergehen, so klein da sie sich auf der

¹³ (Lesch, 2018)

¹⁴ (Heim, 2016)

¹⁵ (Lesch, 2018)

¹⁶ Vgl. Kapitel 5.1.

Planck-Länge¹⁷ befinden, dass es nicht mal feststeht, ob ein bereisen dieser möglich wäre.

Warp vs. Hyperraum

Somit bleibt die Frage, welche von den beiden Methoden der Weg für die Menschheit ist, den Weltraum mit unvorstellbaren Geschwindigkeiten zu bereisen. Wie schon erwähnt, ist der Hyperraum ein Teil der Wissenschaft, der noch nicht besonders gut erforscht wurde und nur auf Theorien gestützt ist, ohne dass auch nur ein Teil davon experimentell bewiesen wurde. Dadurch kann man wohl ausschließen, dass er der Weg ist, der uns die Eroberung des Weltalls ermöglichen wird. Im Vergleich dazu wurde der Warpantrieb deutlich besser untersucht. Es sind Gleichungen aufgestellt worden, die so einen Antrieb in unserem Universum zulassen würden.¹⁸ Jedoch hat auch der Warpantrieb viele ungelöste Fragen, wie das Energieproblem oder die Beschaffung und Nutzung der Exotischen Materie.¹⁹ Deswegen ist der Warpantrieb nichts, worauf man sich sofort stürzen sollte, denn die ungelösten Fragen sind durchaus signifikant für die Funktionsweise des Antriebs. Jedoch wenn wir die beiden vergleichen, wird sehr schnell deutlich, dass der Warpantrieb die plausiblere Methode ist, das Weltall mit unvorstellbarer Geschwindigkeit zu bereisen.

Gibt es noch andere Möglichkeiten

Das Wurmloch

Neben dem Warpantrieb und dem Hyperraum gibt es noch andere Möglichkeiten wie zum Beispiel die Nutzung eines Wurmlochs. Das Benutzen eines Wurmlochs, um das Weltall zu bereisen, ist auch fest in der Popkultur verankert. Das bekannteste Beispiel dafür ist das Wurmloch aus dem Film *Interstellar*, welches die Protagonisten nutzen, um das andere Ende des Universums zu erreichen. Wurm Löcher sind keine reinen Science-Fiction-Geschöpfe. Die

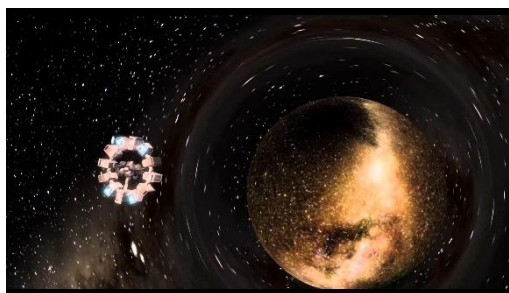


Abbildung 9: Wurmloch aus dem Film *Interstellar* (2014)

Wissenschaft vermutet ihre mögliche Existenz seit der ART von Albert Einstein. Die Allgemeine Relativitätstheorie besagt, dass Raum und Zeit nicht starr sind, sondern von großen Massen verformt

¹⁷ Vgl. Kapitel 5.1.

¹⁸ Vgl. Kapitel 4.1.

¹⁹ Vgl. Kapitel 4.3.

werden können. Diese Verformung wird auch Krümmung genannt. Durch diese Krümmung werden zum Beispiel die Umlaufbahnen von Planeten beeinflusst. Die Schwerkraft wird durch die Krümmung der Raumzeit ausgelöst.²⁰ An den Wurmlochern forschten dann Albert Einstein und Nathan Rosen im Jahre 1935. Deswegen werden heutzutage Wurmlöcher auch Einstein-Rosen-Brücken genannt. Ein Wurmloch ist nicht anders als ein Tunnel

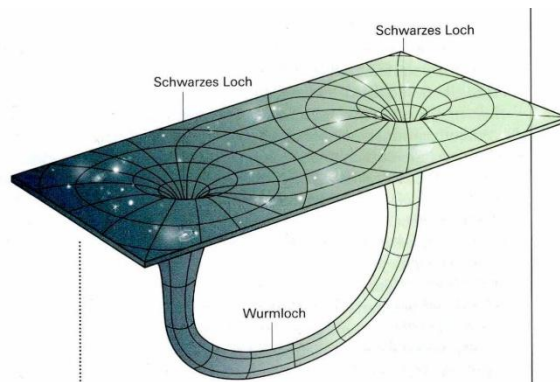


Abbildung 10: Eine Bildhafte Darstellung eines Wurmlochs

zwischen zwei Punkten im Weltall. Damit so ein Tunnel entstehen kann, muss an beiden Enden eine riesengroße Menge an Masse vorhanden sein. In unserem Universum erfüllen nur Schwarze Löcher die Voraussetzungen, um ein Eingang für ein Wurmloch zu sein. Ein Wurmloch würde entstehen, wenn zwei Schwarze Löcher die Raumzeit soweit krümmen würden, dass eine Verbindung zwischen den beiden außerhalb der für uns erkennbaren Raumzeit entstehen würde (Vgl. Abb. 10). Das Problem mit Wurmlochern ist, dass ihre Existenz nicht bewiesen wurde. Und selbst wenn sie existieren würden, wären sie äußerst instabil und ihre Verbindung würde nur ganz kurz halten. Zusätzlich wissen wir ja, dass man aus einem Schwarzen Loch, wegen seiner hohen Gravitation, nicht entkommen kann. Somit ist es kaum vorstellbar, dass man einfach auf der anderen Seite des Wurmlochs aus einem Schwarzen Loch rauskommen würde. Deswegen geht die Wissenschaft davon aus, dass, wenn zwei Personen an den beiden Enden eines potenziellen Wurmlochs in die Schwarzen Löcher reinspringen, sie sich in der Mitte treffen und sterben würden.²¹

Reisen ohne Überlichtgeschwindigkeit auch möglich

Hier möchte ich nochmal beleuchten, wie das interstellare Reisen aussehen würde, wenn wir nicht versuchen würden die Lichtgeschwindigkeit zu durchbrechen, sondern uns dieser anzunähern. Wir haben im Verlaufe der Facharbeit schon festgestellt, dass sich nichts schneller als das Licht bewegen kann. Der Schlüssel zum effektiven bereisen des Universums liegt im Ausnutzen der Zeitdilatation. Diese habe ich schon zu Beginn der Arbeit bereits erklärt.²² Da

²⁰ (Wikipedia: Allgemeine Relativitätstheorie)

²¹ (Maldacena, 2017)

²² Vgl. Kapitel 2.4.

habe ich berechnet, dass die Zeit auf einem Schiff, welches sich mit 99% der Lichtgeschwindigkeit bewegt, ungefähr 7-mal langsamer vergeht. Nehmen wir mal

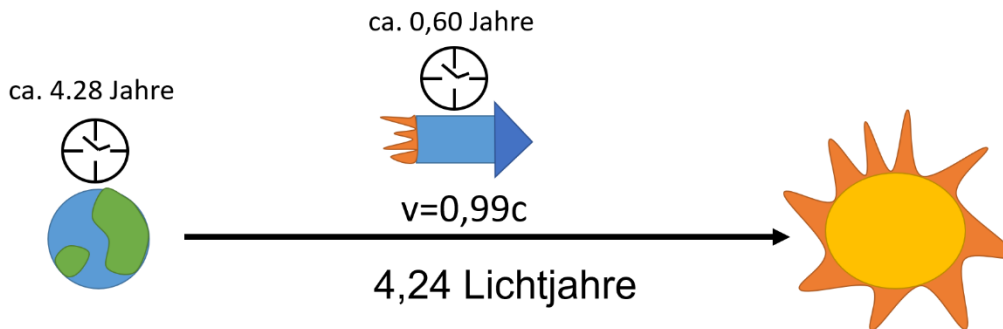


Abbildung 11: Bildliche Darstellung der Reise zum Stern Proxima Centauri

als Beispiel für eine Reise den Weg bis zum Proxima Centauri, dem Stern, der mit ca. 4,24 Lichtjahren sich am nächsten zu uns befindet.²³ Wir gehen davon aus, dass sich das Raumschiff mit 99% der Lichtgeschwindigkeit fortbewegt. Während der ganzen Reise würden auf der Erde 4,28 Jahre vergehen, wo hingegen für die Astronauten auf dem Raumschiff nur 0,60 Jahre vergehen würden, bis die am Stern ankommen. Aber 99% sind hier natürlich nicht das Limit. Zur genaueren Berechnung für die höheren Geschwindigkeiten würde ich den Lorentz-Faktor benutzen. Der Lorentz-Faktor γ (Gamma) wurde von Hendrik Antoon Lorentz ausgearbeitet und wird im Rahmen der Speziellen Relativitätstheorie benutzt, um die Zeitdilatation zu berechnen.²⁴

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Als zweites Beispiel nehmen wir mal die Entfernung von der Erde zu Kepler-452b. Kepler-452b ist einer der Planeten, der der Erde am ähnlichsten ist. Er liegt im 1400 Lichtjahre entfernten Sternbild Schwan.²⁵ Wir gehen davon aus, dass sich unser Raumschiff dieses Mal mit 99,9999% der Lichtgeschwindigkeit fortbewegt. Wenn wir die Werte in die Formel einsetzen, ergibt sich, dass die Zeit im Raumschiff ca. 707-Mal langsamer vergeht. Das heißt, dass für die Insassen des Raumschiffs nur etwa 2 Jahre vergehen, bevor die am Ziel ankommen. Diese Fortbewegungsmethode hat jedoch zwei große Probleme. Das eine Problem ist die Energie. Da wir hier von Geschwindigkeiten reden, die sich der des Lichts nähern, können wir nicht die normale Formel für kinetische Energie nehmen,

²³ (Wikipedia: Proxima Centauri)

²⁴ (Wikipedia: Lorentz-Faktor)

²⁵ (NASA, 2015)

sondern müssen die relativistisch berechnen. Weil, je schneller sich ein Körper bewegt, desto größer wird seine Masse beziehungsweise seine Energie. Daraus und dem Lorentz-Faktor ergibt sich die Formel, die die kinetische Energie eines Körpers als Differenz seiner Gesamtenergie und seiner Ruheenergie angibt. m_0 ist hierbei die Masse in der Ruhelage.²⁶

$$E_{\text{kin}} = \left(\frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - m_0 \right) \times c^2$$

Wir nehmen die Masse der Artemis V Rakete die ca. 30.000kg beträgt.²⁷ Nach dem Einsetzen der Werte in die Formel erhalten wir das, die Rakete bei 99% der Lichtgeschwindigkeit $1,64 \times 10^{22} J$ ²⁸ und bei 99,9999% $1,91 \times 10^{24} J$ Energie hätte. Da lässt sich schon erkennen, dass obwohl wir um nicht mal 1% schneller geworden sind, der Energiebedarf um das 100-fache anstieg. Dieser exponentielle Anstieg wird extremer, je näher wir an die Lichtgeschwindigkeit kommen. Das zweite Problem damit ist, dass obwohl für die Astronauten nur ein Jahr vergehen würde, für die Menschen auf der Erde die normalen 1400 Jahre vergangen wären. Dadurch selbst wenn die es schaffen würden zurückzukommen, wären mindestens 2800 Jahre vergangen und alle Menschen, die sie gekannt haben, wenn nicht sogar die ganze menschliche Spezies, wären ausgestorben.

Fazit

Nachdem ich mich jetzt mit einer Vielzahl an theoretischen Möglichkeiten auseinandergesetzt habe, wie wir das Weltall erkunden könnten. Kann ich mit ziemlich großer Wahrscheinlichkeit sagen, dass das Reisen mit Überlichtgeschwindigkeit eine Sache ist, die der Realität vorerst vorbehalten bleibt. Alle Infos, die ich während meiner Seminaarfacharbeit gesammelt habe, führten mich immer wieder zu dem Ergebnis, dass die Überlichtgeschwindigkeit eine Hürde ist, die die Menschheit vorerst nicht überwinden kann. Der Stand der heutigen Technik ist noch viel zu unterentwickelt, als dass wir uns auch nur einer der von mir in der Facharbeit erwähnten Methoden nähern würden. Es bleibt natürlich abzuwarten, was die Zukunft bringt. Aber es ist schon ziemlich unwahrscheinlich, dass in den nächsten paar Jahren oder Jahrzehnten ein Mensch sich mit Überlichtgeschwindigkeit fortbewegt.

²⁶ (LEIFIphysik: Spezielle Relativitätstheorie)

²⁷ (ESA)

²⁸ Das entspricht der Energie von 260 Millionen Hiroshima-Bomben

Literaturverzeichnis

Internetquellen

Chodos, A. (01. 07 2010). July 1849: Fizeau Publishes Results of Speed of Light Experiment. :

<https://www.aps.org/apsnews/2010/07/fizeau-speed-of-light-experiment>

ESA. (kein Datum). Artemis V. :

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Orion/Artemis_V?lang=en-US

Heim, G. (2016). Planck-Länge. :

<https://www.rhetos.de/html/lex/planck-laenge.htm>

Hoefer, C. (11. 08 2006). Absolute and Relational Space and Motion: Post-Newtonian Theories. :

<https://plato.sydney.edu.au/entries/spacetime-theories/>

Jedipedia.fandom. (kein Datum). Hyperraum. :

<https://jedipedia.fandom.com/wiki/Hyperraum>

LEIFiPhysik: Spezielle Relativitätstheorie. (kein Datum). :

<https://www.leifiphysik.de/relativitaetstheorie/spezielle-relativitaetstheorie/grundwissen/relativistische-energie>

Lesch, H. (03. 08 2005). Was ist Kausalität? :

<https://www.ardmediathek.de/video/alpha-centauri/was-ist-kausalitaet/ard-alpha/Y3JpZDovL2JyLmRIL2Jyb2FkY2FzdC9GMjAxNldPMDAzNTlwQTA>

Lesch, H. (18. 06 2018). Die Stringtheorie – wie viele Dimensionen hat die Welt? | Harald Lesch. :

<https://www.youtube.com/watch?v=tV8PE76YUwA>

Lucas, G. (Regisseur). (1978). *Star Wars Episode IV - Eine neue Hoffnung* [Kinofilm].

NASA. (23. 07 2015). NASA's Kepler Mission Discovers Bigger, Older Cousin to Earth. :

<https://www.nasa.gov/news-release/nasas-kepler-mission-discovers-bigger-older-cousin-to-earth/>

Physik-Simpleclub. (12. 02 2015). Zeitdilatation - Spezielle Relativitätstheorie 2. :

<https://www.youtube.com/watch?v=nLFJgqfjCA8>

Takeuchi, P. D. (2005). Special Relativity : Section 10 – Faster than Light Travel. :

<https://www1.phys.vt.edu/~takeuchi/relativity/notes/section10.html>

Wikipedia: Allgemeine Relativitätstheorie. (kein Datum). :

https://de.wikipedia.org/wiki/Allgemeine_Relativit%C3%A4tstheorie

Wikipedia: Lorentz-Faktor. (kein Datum). :

<https://de.wikipedia.org/wiki/Lorentz-Faktor>

Wikipedia: Proxima Centauri. (kein Datum). :

https://de.wikipedia.org/wiki/Proxima_Centauri

Literaturquellen

Lawrence H. Ford, T. A. (03 2000). Wurmlöcher und Überlichtgeschwindigkeit. *Spektrum der Wissenschaft* 03/00, S. 36-43.

Maldacena, J. (02 2017). Wurmlöcher, Verschränkte Schwarze Löcher. *Spektrum der Wissenschaft* 2.17.

Tolan, M. (2016). Die Star Trek Physik. Piper.

Sämtliche Quellen wurden zuletzt aufgerufen am: 01.03.2026

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bogenschütze und Apfel.....2

Autor: Jan Butrym, 22.02.2026

Abbildung 2: Das zwei Schiffe Gedankenexperiment3

Autor: Jan Butrym, 22.02.2026

Inspiriert von: <https://www.youtube.com/watch?v=nLFJgqfjCA8>

Abbildung 3: Warpblase5

Spektrum der Wissenschaft 03/00 S. 40

Abbildung 4: Versuch der Trennung von positiver und negativer Energiepulse	6
Spektrum der Wissenschaft 03/00 S. 43	
Abbildung 5: Energiedichte von Lichtwellen	
Spektrum der Wissenschaft 03/00 S. 42	
Abbildung 6: Die Negotiator fliegt durch den Hyperraum	7
https://jedipedia.fandom.com/wiki/Hyperraum	
Abbildung 7: Ein Hypperaumsprung aus der Cockpitsicht des Millennium Falken	7
https://jedipedia.fandom.com/wiki/Hyperraum	
Abbildung 8: Schematische Darstellung von String schleifen	8
Sterne und Weltraum Special 6 S. 77	
Abbildung 9: Wurmloch aus dem Film Interstellar (2014)	9
https://wallpaperaccess.com/interstellar-4k	
Abbildung 10: Eine Bildhafte Darstellung eines Wurmlochs	10
Spektrum der Wissenschaft 2.17 S. 15	
Abbildung 11: Bildliche Darstellung der Reise zum Stern Proxima Centauri.....	11
Autor: Jan Butrym, 28.02.2026	

Versicherung der selbständigen Erarbeitung und Anfertigung der Facharbeit

Hiermit versichere ich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und die Stellen der Facharbeit, die im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt aus anderen Werken (auch aus dem Internet) entnommen wurden, mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe. Verwendete Informationen aus dem Internet sind nach Absprache mit der Fachlehrerin bzw. dem Fachlehrer vollständig im Ausdruck zur Verfügung zu stellen.

Bramsche, den

Unterschrift der Schülerin / des Schülers

Einverständniserklärung zur Veröffentlichung

Hiermit erkläre ich, dass ich damit einverstanden bin, wenn die von mir verfasste Facharbeit der schulinternen Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

Bramsche, den

Unterschrift der Schülerin / des Schülers