

Gravitation – die Kraft aus der vierten Dimension

Stefan von Weber

Dieses Papier ist eine Kurzfassung der [Kosmischen Membrantheorie der Gravitation](#), die der Autor in den Jahren 1969 bis 2008 entwickelt hat. Am Anfang war die Spezielle Relativität eines ruhenden Mediums, etwa des Quantenvakuums. Im Jahre 1994 gelang dann die Berechnung der Raumkrümmung einer dreidimensionalen Membran in einem vierdimensionalen Hyperraum auf einfache geometrische Weise, die jeder Schüler der zwölften Klasse nachvollziehen kann. Dazu gibt es ebenfalls ein leicht verständliches Papier auf Deutsch ([Kosmische Membran – ein einfaches didaktisches Modell zur Allgemeinen Relativitätstheorie](#)). In den weiteren Jahren bis 2006 wurden die klassischen und neueren Beweise für eine Gravitationstheorie hinsichtlich der Kosmischen Membrantheorie aufgearbeitet.

Isaac Newton

Die [Gravitation](#) wird seit jeher als die geheimnisvollste Naturkraft angesehen. Das liegt daran, dass sie zwei Eigenschaften hat, die sie von der elektrischen und der magnetischen Kraft unterscheiden. Die erste Eigenschaft ist ihre gewaltige Reichweite. Sie wirkt nicht nur auf eine Entfernung von einigen Kilometern, wie die elektrische Kraft bei einer Blitzentladung. Auch die Reichweite des Erdmagnetfeldes von einigen Zehntausend Kilometern in den erdnahen Weltraum hinaus ist nichts im Vergleich zu den gewaltigen Entfernungen, die von der Gravitation überbrückt werden. Ihre Wirkung hält die Planeten unseres Sonnensystems auf ihren Bahnen, auch die Sterne unserer Galaxie, die im Abstand vieler Tausend Lichtjahre das Zentrum umkreisen. Selbst die Zusammenballung vieler Galaxien zu Galaxiehaufen mit Durchmessern von Millionen Lichtjahren ist eine Folge der Gravitation. Die zweite seltsame Eigenschaft ist, dass die Gravitation immer anziehender Natur ist. Es gibt keine Antigravitation.

Isaac Newton (1643 bis 1727) ist der Entdecker des nach ihm benannten berühmten Gravitationsgesetzes. Es besagt, dass sich alle Massen paarweise gegenseitig anziehen, dass diese Kraft dem Produkt der Massen proportional und dem Quadrat der Entfernung zwischen den Massen umgekehrt proportional ist. Die Konstante, die aus dieser Beziehung eine Gleichung macht, ist die [Gravitationskonstante](#) G oder γ (Gamma), die zu den universellen Naturkonstanten zählt.

$$Kraft = \text{Gamma} \cdot \frac{Masse_1 \cdot Masse_2}{(\text{Entfernung})^2} \quad (\text{Newtons Gravitationsgesetz})$$

Wie fast immer in der Wissenschaft, musste Newton jedoch nicht bei Null beginnen, sondern konnte sich auf die Planetengesetze [Johannes Keplers](#) (1571 bis 1630) berufen. Erst Newtons Gesetz zeigte jedoch den tieferen Zusammenhang zwischen Keplers drei Planetengesetzen.



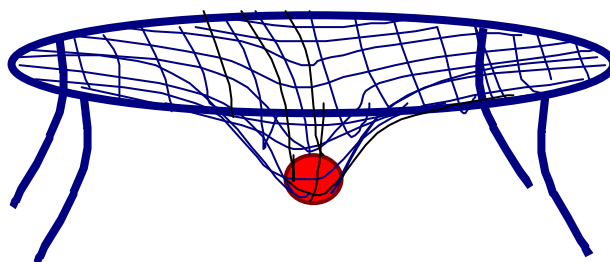
Newtons Gesetz sieht simpel aus, ist es aber nicht. Bis heute kann nämlich trotz einiger Ansätze niemand genau sagen, was eine Masse ist. Newton kannte auch den Wert der Gravitationskonstanten G bzw. γ nicht, und diese Konstante lässt sich auch nicht theoretisch aus anderen, bereits bekannten Konstanten, ableiten. Erst [Henry Cavendish](#) (1731 bis 1810) konnte 1798 mit einem aufwendigen Versuch, einer Drehwaage, den ersten Zahlenwert liefern. Der ist inzwischen durch weitere Versuche auf einige Stellen nach dem Dezimalpunkt bekannt ($6.674\,28 \times 10^{-11} \text{ [m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}]$). Auch das Einsetzen der Entfernung der Massen in Newtons Gesetz ist nicht so einfach. Newton hat immerhin zwanzig Jahre seines Lebens geopfert um nachzuweisen, dass man bei kugelförmigen Massen einfach den Abstand der Kugelzentren verwenden darf. Dass er damit so ganz nebenbei die Infinitesimalrechnung erfunden hat, ist bezeichnend für sein Genie. Wenn wir auf der Erdoberfläche stehen, dann zieht uns zwar jedes Kilogramm Erdmasse gemäß seiner Entfernung von uns unterschiedlich stark an. Wir müssen das aber nicht beachten, da wir nach Newtons Vorarbeit uns die gesamte Erdmasse im Erdmittelpunkt versammelt denken können, und sich auf diese Weise die Rechnung stark vereinfacht. (Wir sehen dabei ab von der Erdabplattung, dem inhomogenen Aufbau der Erdkruste und weiteren nebensächlichen Details.) Man hatte jetzt Dank Newton ein genaues Gesetz, und bei fast allen Berechnungen von Planetenbahnen, Bahnen künstlicher Himmelskörper oder irdischen Problemen, die mit der Schwerkraft zusammenhängen, bewährte es sich immer wieder.

Aber auch Newtons Genie konnte nicht erklären, wieso sich zwei Massen, z. B. zwei Himmelskörper, anziehen. Ganz sicher hat er darüber nachgedacht, aber die Zeit für eine Antwort war noch nicht reif.

Albert Einstein

Zweihundert Jahre später trat [Albert Einstein](#) (1879 bis 1955) auf den Plan. Auch er war ein universelles Genie, das auf mehreren Gebieten der Physik Bahnbrechendes geleistet hat. Er machte den Begriff [Raumzeit](#) populär, einen vierdimensionalen Raum mit drei räumlichen und einer zeitlichen Dimension. Auch er musste nicht bei Null beginnen. Namen, wie [Carl Friedrich Gauß](#) (1777 bis 1855), [Nikolai Lobachevsky](#) (1792-1856), [Janos Bolyai](#) (1802 bis 1860), [Bernhard Riemann](#) (1826 bis 1866), [Hermann Minkowski](#) (1864 bis 1909) und [Hendrik Lorentz](#) (1853 bis 1928) stehen für eine ganze Reihe berühmter und genialer Mathematiker und Physiker. Sie alle haben den Weg in die unbekannte vierte Dimension vorbereitet.

Schaut man sich die vier Dimensionen Minkowskis an – $x, y, z, -ct$ –, dann fällt auf, dass die vierte Dimension nicht wirklich die Zeit ist, sondern die Strecke, die das Licht mit seiner Geschwindigkeit c in der Zeit t zurücklegt. Das Minuszeichen hat neben einer rein formalen Begründung aber auch eine durchaus plausible Erklärung: Ein Punkt mit den räumlichen Koordinaten x, y, z verschwindet mit Lichtgeschwindigkeit in einer Vergangenheit, die hier ein Zwitterding aus Raum und Zeit ist. Einsteins Verdienst ist, dass er sich mit seiner [Allgemeinen Relativitätstheorie](#) über kleinliche Vorbehalte hinweggesetzt und trotz aller Betonung der Zeit im Kunstwort Raumzeit diese Dimension über weite Strecken hinweg wie eine vierte räumliche Dimension behandelt hat. Wer von uns kann sich schon eine Raumzeit vorstellen? Niemand, aber jeder kann sich eine gekrümmte Fläche vorstellen, etwa einen Ball oder ein Trampolin, auf dem eine schwere Kugel einsinkt. Und genau das war auch der Durchbruch, den wir Einstein verdanken, mit dem er die vierte Raumdimension zuerst bildlich, dann theoretisch in den Köpfen etabliert hat.



Dass inzwischen von Science Fiction Autoren Zeitreisen in die Vergangenheit oder in die Zukunft fast als Selbstverständlichkeit behandelt werden, liegt weitgehend an der nicht aufgearbeiteten Bedeutung dieser vierten Koordinate. Natürlich ist es ein Unfug zu glauben, man könne in der Zeit herumreisen, wie auf einer Landstrasse. Über die Zeit wurde schon viel geschrieben und wird auch noch viel geschrieben werden. Der Autor verweist auf [Immanuel Kant](#)

(1724 bis 1804) oder auf [Stephen Hawking](#) (*1942). Eines ist die Zeit jedenfalls nicht – eine Dimension.

Die Zeit ist ein reines Geistesprodukt des Menschen, eine wichtige Rechengröße zwar, aber eigentlich ein nicht fassbarer Begriff. Die Zeit eines Vaterunsers, ein Augenblick, der Ausschlag eines Pendel, ein Tag, ein Jahr – alles das sind Abläufe, die sich wiederholen oder sich wiederholen lassen und die wir zählen können oder mit anderen Abläufen vergleichen können. Tatsächlich gibt es nur Prozesse, chemische oder physikalische Prozesse. Dass es keine universelle absolute Zeit gibt, auch nicht irgendwo da draußen im Weltall, das hat die Physik inzwischen bewiesen, denn Uhren verändern ihre Gang mit der Gravitation und mit ihrer Geschwindigkeit. Die Betreiber von GPS, dem [Global Positioning System](#), wissen das am Besten. Wenn es keine physikalische Größe Zeit gibt, hat das, was wir als Zeit bezeichnen, auch nur eine formale Bedeutung im Begriff Raumzeit. Gut, wir können mit der Zeit, meist t genannt, rechnen. Ein Auto alle zwei Minuten, macht in einer Stunde dreißig, die vom Band laufen. Wir können die Zeit messen, auf eine Nanosekunde genau anzeigen. Aber das ist nicht eine physikalische Größe Zeit, sondern es sind Schwingungen in einem elektrischen Schwingkreis einer [Atomuhr](#), dessen Frequenz von Cäsiumatomen stabilisiert wird und die mit einem Hochgeschwindigkeitszähler gezählt werden.

Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie umfasst Newtons Gravitationsgesetz als Grenzfall. Darüber hinaus hat Einstein überhaupt den ersten brauchbaren Ansatz zum Verständnis des Phänomens Schwerkraft geliefert. Seine Theorie sagt: Durch die Krümmung der Raumzeit entstehen bei jeder Bewegung [Zwangskräfte](#), so wie ein Zug seitlichen Druck auf die Schienen ausübt, wenn er eine Kurve durchfährt. Diese Zwangskräfte bilden die Schwerkraft. Dass im Kontext der Allgemeinen Relativitätstheorie immer Bewegung vorhanden ist, dafür sorgt allein schon die Raumzeitdimension „-ct“, denn die Zeit schreitet stetig fort.

Es wurden in der Folge viele Experimente durchgeführt und astronomische Beobachtungen ausgewertet. Die von Einstein vorhergesagten Effekte sind sehr klein, so dass hohe Experimentierkunst und aufwändige Beobachtungsgeräte nötig waren, um sie zu messen. Alle Messungen und Beobachtungen haben jedoch Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie entweder bestätigt oder zumindest nicht widerlegt. Demnach gibt diese Theorie die Wirklichkeit mit großer Genauigkeit wieder, in bestimmten Situationen genauer als das einfachere Gesetz von Isaac Newton.

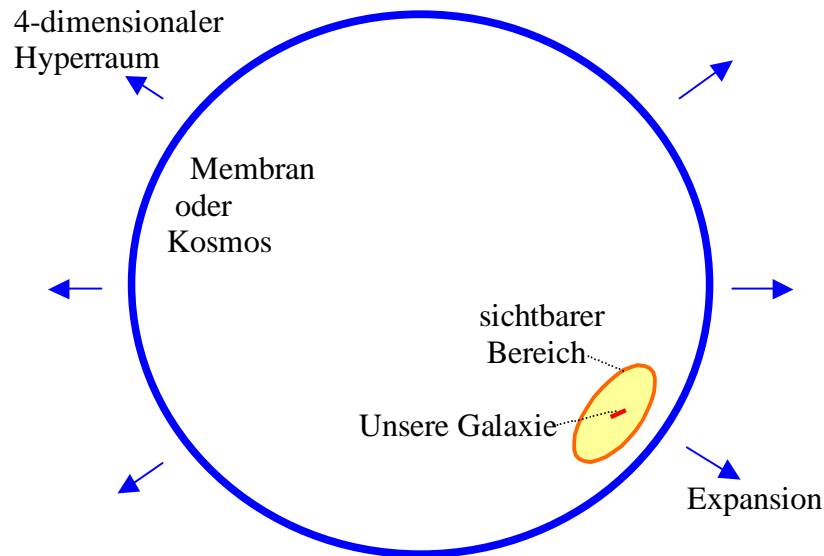
Kosmische Membrantheorie der Gravitation

Trotz aller Erfolge ist die Allgemeine Relativitätstheorie von Einstein in einigen Punkten immer noch unbefriedigend und hat das Potenzial weiterer

Verbesserungen. Ein Kritikpunkt ist die Raumzeit. Der Zeit steht keine eigene Dimension zu, da sie, wie oben erörtert, nur eine abgeleitete, gedankliche, nicht wirklich vorhandene Größe ist. Das sieht schon anders für die Konstruktion „ct“ aus. Die verweist auf eine reale Strecke in einer vierten Dimension, die aber nur noch bedingt etwas mit der Zeit zu tun hat. [Theodor Kaluza](#) (1885 bis 1954) ging diesen Schritt und postulierte die vierte echte Raumdimension. Damit gelang ihm eine einheitliche Darstellung des Elektromagnetismus und der Gravitation. Einstein selbst war fasziniert von dieser Idee, und veranlasste den Nachdruck des Originalartikels von Kaluza in den [Annalen der Physik](#). Später wurde von [Oskar Klein](#) (1894 bis 1977) die vierte Raumdimension leider kompaktifiziert, d.h. in winzige Zylinder von [Plancklänge](#) aufgerollt. Da man sich damals eine vierte Raumdimension nicht vorstellen mochte, wurde sie einfach versteckt.

Ein zweiter Kritikpunkt ist, dass [Einsteins Feldgleichungen](#) nicht unmittelbar auf eine Lösung führen. Sie sind dafür zu allgemein angelegt und können x-beliebige mögliche Raumkrümmungen darstellen – die einfachen Schwerkrafttrichter eines Sterns oder eines [Schwarzen Lochs](#), aber auch die berühmten [Wurmlöcher](#). Deshalb wird Newtons Gravitationsgesetz als Grenzfall in die Theorie eingearbeitet und wählt damit als eine Art Randbedingung aus einer Vielzahl möglicher Lösungen die richtige aus.

Die *Kosmische Membrantheorie der Gravitation* benutzt das Modell der 3-dimensionalen Membran, die sich wie ein Luftballon im 4-dimensionalen [Hyperraum](#) ausdehnt, d.h. expandiert. Diese Theorie ist eine unmittelbare Weiterentwicklung der Ideen von Einstein und Kaluza durch den Autor. Etwa zeitgleich hatten sich eine ganze Reihe von Physikern ebenfalls dem Gebiet der nichtkompaktifizierten vierten Raumdimension gewidmet. Der Autor möchte hier einige nennen, z.B. [Lisa Randall](#) (*1962), [Raman Sundrum](#), [Tuomo Suntola](#) (*1943), [Farhad Darabi](#), [William N. Sajko](#), [Paul S. Wesson](#), [Matej Pavšic](#).

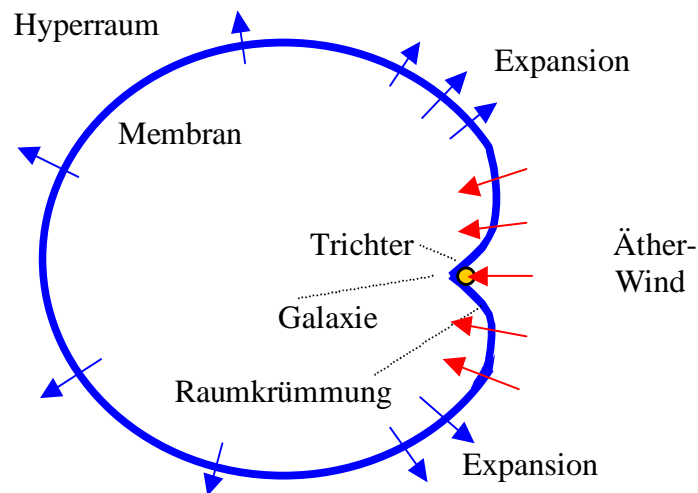


Die Membran, in der Graphik als blauer Kreis dargestellt, ist unser Kosmos. Seit dem [Urknall](#) dehnt sich unser Kosmos aus und wird sich weiter ausdehnen. Unsere Galaxie ist ein winziges Pünktchen auf der 3-dimensionalen Oberfläche dieser 4-dimensionalen Kugel. Ja selbst der gesamte sichtbare Bereich um uns her bis zur Entfernung von etwa 14 Milliarden Lichtjahren könnte nur ein kleiner Bezirk dieser Oberfläche sein. Wie klein, das hängt von der unbekanntenen Expansionsgeschwindigkeit V_E ab. Die Idee mit dem Ballon ist nicht neu und wurde schon in vielen Artikeln zur [Kosmologie](#) von verschiedenen Autoren verwendet. Sie erklärt auf einfache Weise, wieso sich der Raum dehnt und sich die Galaxien voneinander entfernen, ohne dass diese selbst nennenswerte Geschwindigkeiten entwickeln.

Aus welchem Material die Membran besteht, ist weitgehend offen, obwohl auch der Autor hier bestimmte Vorstellungen hat. Es ist ungeheuer zäh, porös, elastisch, gestattet die Ausbreitung aller möglichen Arten von Wellen und ist das Medium, in dem sich Elementarteilchen bilden, fortbestehen und bewegen, ähnlich einem Gelatineblock. Die Physiker haben dafür den Begriff [Quantenvakuum](#) gewählt. Wir nennen das Material einfach Membranstoff.

Eine weitere Annahme ist, dass der Hyperraum ebenfalls von einem Stoff erfüllt ist. Dieser Stoff hat Eigenschaften wie ein Gas und soll hier *Äther* genannt werden. Der Äther ist so fein, dass er die poröse Membran mühelos durchdringt, d.h. ihre Expansion nicht wesentlich behindert. Den während der Expansion durch die Membran dringenden Äther nennen wir *Ätherwind*.

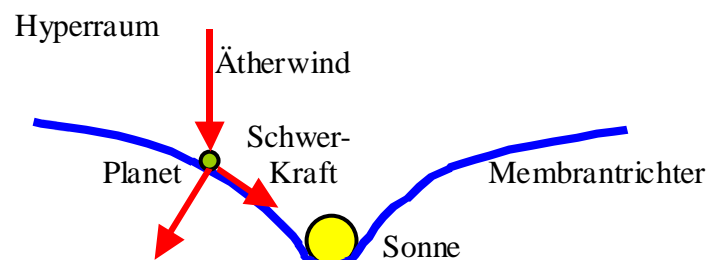
Jetzt kommt die Gravitation wieder ins Spiel. Jede Form von Materie stellt eine Störung in der Membran dar, an der sich der Ätherwind staut. Das Bild zeigt eine Galaxie, an der sich der Ätherwind staut. Die Membran wird an dieser Stelle belastet und es entsteht ein Trichter, ein gekrümmter Raum in Richtung der vierten Dimension.



Unsere drei gewöhnlichen Raumdimensionen x , y , z liegen alle innerhalb der Membran. Natürlich sind die Verhältnisse in der kleinen Graphik total übertrieben gezeichnet. Die Sonne sinkt etwa 1000 Km ein, die gesamte Galaxie nicht viel mehr. Bei einem Durchmesser von 100.000 Lichtjahren unserer Galaxie ist das unennbar wenig.

Es wäre natürlich auch denkbar, dass der Ätherwind aus dem Inneren des Ballons austritt, dass ein Ätherüberdruck im Inneren die Ursache der Expansion ist. Dann würden sich zwar die Verhältnisse umkehren, d.h. der Trichter würde sich nach außen stülpen, aber die Ergebnisse der Berechnungen blieben dieselben.

Bewegt sich in diesem Membrantrichter, z.B. dem Trichter um die Sonne, eine andere Masse, z.B. ein Planet, dann wird diese andere Masse vom Ätherwind ebenfalls belastet und hat entsprechend der [Hangabtriebskraft](#), der Schwerkraft aus der Kräftezerlegung, das Bestreben, sich zur Mitte des Trichters zu bewegen. Gehalten wird der Planet nur von der [Zentrifugalkraft](#) seiner Bahnbewegung.



Was stützt diese Modellvorstellung? Das schlagendste Argument ist, dass eine kugelförmige Masse, wie z.B. ein Stern, exakt die $(1/r^2)$ -Krümmung der Membran erzeugt, die von Newtons Gravitationsgesetz verlangt wird, d.h. Newtons Gravitationsgesetz wird nicht in die Theorie eingearbeitet, sondern es kommt heraus. Diese ganz bestimmte Krümmung entsteht jedoch nur an einer 3-dimensionalen Membran im 4-dimensionalen Hyperraum. Es gibt eine

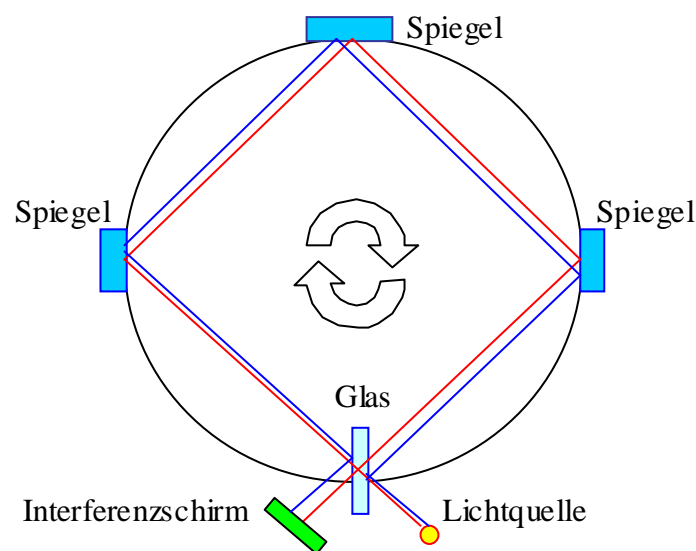
geometrische Ableitung aus dem Jahre 1994 und eine analytische Ableitung aus dem Jahre 1997, die beide zur selben Krümmungsgleichung führen, ohne dass der Autor Newtons Gravitationsgesetz als Hilfe herangezogen hat. Auch eine numerische Berechnung ist möglich und wurde vom Autor 1997 durchgeführt, indem man im Computer eine Art elastisches 3-dimensionales Gitter in einem 4-dimensionalen Raum simuliert, es in der Mitte fiktiv belastet, und dann die Durchbiegung des Gitters berechnet. Auch hier kommt exakt die geforderte $(1/r^2)$ -Krümmung heraus bzw. das $(1/r)$ -Potenzial.

Ein zweites Argument ist, dass die von Einstein vorhergesagten Effekte von der Kosmischen Membrantheorie ebenfalls erklärt werden können. Ein letztes Argument ist an dieser Stelle die Einfachheit und Plausibilität des Modells. Es arbeitet mit Elementen, die uns vertraut sind: Kraft erzeugt Kraft, und es ist schon an Hand der Zeichnung klar, dass die Schwerkraft immer anziehender Natur ist. Genau das war eines der großen Rätsel der Gravitation.

Spezielle Relativitätstheorie

Die Annahme eines Membranstoffs wirft natürlich alte Fragen wieder auf, die viele Physiker schon für geklärt halten. Der Membranstoff an sich, das Quantenvakuum, wird schon lange in der Theorie verwendet. Ebenso, wie in der vorliegenden Kosmischen Membrantheorie, wird es mit hohen Energieinhalten ausgestattet. Die Konsequenzen für die [spezielle Relativitätstheorie](#) werden jedoch selten diskutiert. Auch wenn alle Ergebnisse Einsteins auf diesem Gebiet ihre Richtigkeit behalten, so gibt es doch Fragen, die die Interpretation betreffen. Bestes Beispiel ist die [Konstanz der Lichtgeschwindigkeit](#). Sie ist einer der Felsen, auf die Einstein sein Gebäude der Speziellen Relativitätstheorie gebaut hat. Mit der Annahme eines zumindest in unseren drei Raumdimensionen x, y, z ruhenden Mediums für die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen wird die durch zahlreiche Messungen erhärtete Konstanz der Lichtgeschwindigkeit zu einer Kardinalfrage. Die Kosmische Membrantheorie liefert aber auch hier eine mit Einstein übereinstimmende Lösung – die Lichtgeschwindigkeit wird unter allen Umständen konstant gemessen. Auch die Transformationsformeln beim Übergang von einem Inertialsystem in ein anderes stimmen weitgehend mit der [Lorentztransformation](#) überein. Die Zeittransformation ist sogar identisch. Bei der Koordinatentransformation gibt es unbedeutende Unterschiede durch die Einführung einer zusätzlichen Querkontraktion, die auch [Vladimir Onoichin](#) unabhängig vom Autor vorgeschlagen hat. Das Verhältnis von Längskontraktion zu Querkontraktion ist jedoch exakt dasselbe, wie in der Speziellen Relativitätstheorie von Albert Einstein. In mehreren Paragraphen hat der Autor in seiner [Kosmischen Membrantheorie der Gravitation](#) die Gültigkeit der Maxwell'schen Gleichungen nachgewiesen ([James Clerk Maxwell](#), 1831 bis 1879), weiterhin die weitgehende Übereinstimmung der speziellen Relativität der Membrantheorie mit der von Einstein nachgewiesen, und dies an den bekannten Experimenten festgemacht. Die diskutierten Experimente sind:

- Der Interferometerversuch von [Albert Michelson](#) (1852 bis 1931) und [Edward Morley](#) (1838 bis 1923)
- Der Versuch des drehbar aufgehängten Kondensators von [Frederick Trouton](#) (1863 bis 1922) und seines Forschungsstudenten Henry R. Noble
- Der Interferometerversuch mit zwei gegenläufigen Lichtbahnen auf einer sich drehenden Plattform von [Georges Sagnac](#) (1869 bis 1926) (Siehe Graphik unten)
- Die Erklärung des Fresnelschen Mitführungskoeffizienten aus Fizeaus und Airys Experimenten ([Augustin Jean Fresnel](#) (1788 bis 1827), [Hippolyte Fizeau](#) (1819 bis 1896), Sir [George Biddell Airy](#) (1801 bis 1892))
- Das [Uhrenexperiment](#) aus dem Jahre 1971 von J. C. Hafele und Richard E. Keating zur Zeitdilatation bei Bewegung als auch im Schwerfeld der Erde
- Die Erklärung des Thomasfaktors „ $\frac{1}{2}$ “ der Präzession des Elektrons.



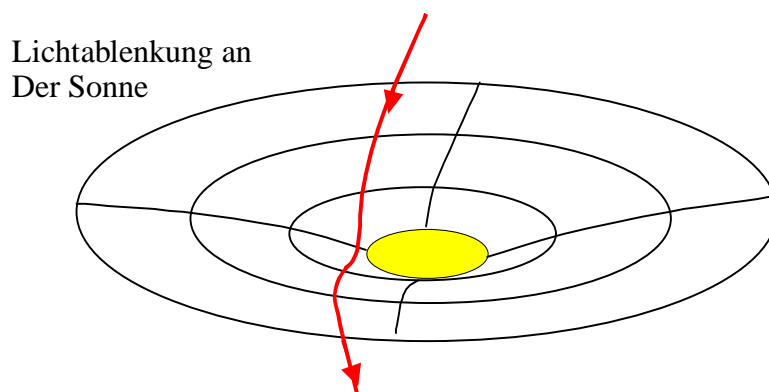
Das drehbare Interferometer von Sagnac

Klassische Beweise der Kosmischen Membrantheorie der Gravitation

Mehrere Paragraphen der [Kosmischen Membrantheorie der Gravitation](#) befassen sich mit den klassischen und den neueren Beweisen, die eine Gravitationstheorie liefern sollte. Es geht dabei um die Erklärung bereits gemessener Effekte und um Vorhersagen bei noch ausstehenden Experimenten. Zu den klassischen Effekten, die hinreichend genau vermessen wurden, gehört der Shapiro-Effekt der Signalverzögerung bei sonnennahem Signalweg, die Lichtablenkung an der Sonne oder an anderen Massen, und die Erklärung der Periheldrehung der Planeten, insbesondere des Merkur.

[Irwin I. Shapiro](#) (* 1929) maß zusammen mit seinen Mitarbeitern die [Zeitverzögerung von Radarsignalen](#), die bei sonnennaher Signalbahn der Radarwellen auftreten. Diese Zeitverzögerung wird in der kosmischen Membrantheorie als Absinken der Signalgeschwindigkeit im Gravitationstrichter der Sonne interpretiert und liefert den von Shapiro gemessenen Wert, den auch die Allgemeine Relativitätstheorie berechnet.

Die Messung der [Lichtablenkung an der Sonne](#) gehört zu den spektakulären Experimenten. Früher konnte sie nur bei Sonnenfinsternissen gemessen werden, heute übernehmen Satelliten diese Arbeit. Sir [Arthur Eddington](#) (1882 bis 1944) war der erste, der eine solche Messung unternahm. Die Ablenkung hat den doppelten Wert, der nach der Korpuskulartheorie des Lichts auftreten sollte ([Johann Georg von Soldner](#), 1776 bis 1833). Dieser doppelte Wert wurde von Einstein vorhergesagt und von Eddington und seinen Nachfolgern bestätigt. Die kosmische Membrantheorie liefert ebenfalls diesen Wert, wobei die eine Hälfte des Wertes tatsächlich wie bei Soldner auf die Gravitation zurückgeht, die andere Hälfte des Effekts auf das schon oben erwähnte Absinken der Lichtgeschwindigkeit im Gravitationstrichter. Dieses Absinken ist gleichbedeutend mit einer Änderung des [Brechungsindex](#) des Vakuums und damit eine der Ursachen der Ablenkung des Lichts.



Die [Periheldrehung](#) der Bahnellipse des sonnennächsten Planeten, des [Merkur](#), war schon recht früh aufgefallen, so z.B. den beiden Astronomen [Urbain Jean Joseph Leverrier](#) (1811 bis 1877) und [Simon Newcomb](#) (1835 bis 1909). Nachdem man vergeblich einen unbekanntem Planeten gesucht hatte, der für diese Störung verantwortlich sein könnte, veröffentlichte [Paul Gerber](#) (1854 bis 1912) etwa zwanzig Jahre vor Einstein die richtige Formel zur Berechnung der Periheldrehung sonnennaher Planeten. Er ging dabei von der Annahme aus, dass sich die Gravitation mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitet. Diese Annahme führt jedoch zu altbekannten Schwierigkeiten beim Verständnis stabiler Planetenbahnen, und muss deshalb modifiziert werden. Einstein kommt mit den Methoden der Allgemeinen Relativitätstheorie auf denselben Wert wie Gerber, wobei aber bei ihm die sonnennahe Abweichung des Gravitationspotenzials vom Newtonschen $1/r$ -Potenzial die Hauptrolle spielt. Damit bleibt die Planetenbahn stabil. Die kosmische Membrantheorie postuliert ebenfalls ein relativistisches

Zusatzpotenzial, das mit $1/r^2$ absinkt. Dieses Zusatzpotenzial lässt sich aus dem Energiequadrat ableiten unter der Annahme, dass es einen Einfluss der Gravitation sowohl auf die Lichtgeschwindigkeit als auch auf die Masse gibt. Die [relativistische Massenzunahme](#) bewegter Partikel ist seit mehr als hundert Jahren bekannt und experimentell gesichert. Im Gravitationsstrichter fällt jedoch der dreifache Betrag an, wobei nur ein Drittel auf die spezielle Relativität entfällt. Das $1/r^2$ -Zusatzpotenzial erklärt nicht nur die Periheldrehung der Ellipsenbahnen der Planeten, sondern kann auch die [ungewöhnliche Abbremsung der Flugkörper Pioneer 10 und 11](#) beim Verlassen des Planetenrings erklären. Diese Abbremsung wurde von der NASA entdeckt und wird bis jetzt von den Physikern und Astronomen kontrovers diskutiert. Die Antwort des Autors zu diesem Problem ist, dass das kleine $1/r^2$ -Zusatzpotenzial von der NASA bei ihren Berechnungen nicht berücksichtigt wird. Innerhalb des Planetengürtels der Sonne verdeckt jedoch die Fehlerausgleichsrechnung die kleine Abweichung. Außerhalb des Planetengürtels greift die Ausgleichsrechnung nicht mehr, und die Wirkung des Potenzials tritt zu Tage. Dass das postulierte Potenzial tatsächlich die Periheldrehung des Merkur erklären kann, wurde durch eine Ableitung des Zusatzpotenzials aus der Einstein-Gerber Formel und zusätzlich durch eine genaue numerische Integration der Merkurbahn unter Berücksichtigung des Zusatzpotenzials bewiesen.

Neuere Beweise der kosmischen Membrantheorie

Die Zahl der neueren Beweise einer Gravitationstheorie liegt nicht fest. Immer wieder werden astronomische Beobachtungen bekannt, die einer Erklärung bedürfen, oder Physiker schlussfolgern aus einer Theorie Effekte, die auftreten müssten, und versuchen dann diese nachzuweisen. Zu den neueren Beweisen zählen jedoch Gravitationswellen und zwei verschiedene Kreiseffekte, nämlich die Geodätische Präzession ([de Sitter](#)-Präzession) und der Lense-Thirring Effekt. Der Autor zählt das Phänomen der Dunklen Materie, die abnormale Abbremsung der Flugkörper Pioneer 10 und 11 sowie die beschleunigte Ausdehnung des Raumes ebenfalls hinzu.

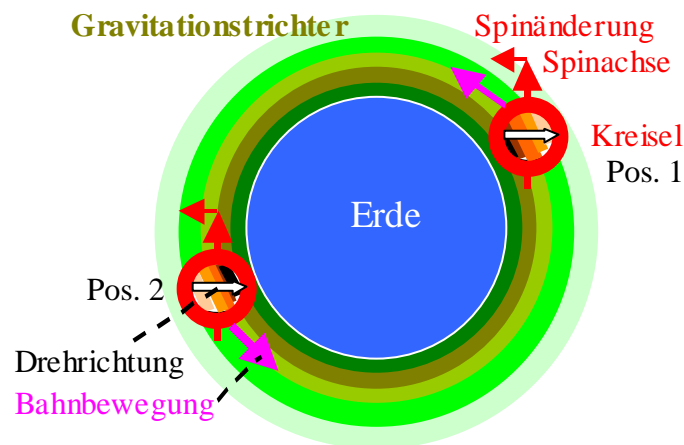
[Gravitationswellen](#) wurden bisher noch nicht gemessen. Es sind jedoch große Anlagen im Bau und noch größere, weltraumgestützte Anlagen in Planung. In der Kosmischen Membrantheorie sind zwei Arten von Gravitationswellen denkbar. Die [Longitudinalwellen](#) oder Kompressionswellen entsprechen etwa den Schallwellen, die sich in einer Flüssigkeit, einem Festkörper oder einem Gas ausbreiten. Die [Transversalwellen](#) entsprechen mehr den Oberflächenwellen auf einer Flüssigkeit, z.B. den Meereswellen, oder den Schwingungen einer Lautsprechermembran. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit beider Wellenarten kann durchaus unterschiedlich sein. So breiten sich Schallwellen im Wasser sehr viel schneller aus, als Schwerewellen an der Oberfläche. Bei der Bahnbewegung

der Erde um die Sonne werden beide Arten von Wellen erzeugt. Einmal wird die Kosmische Membran gedehnt, wenn der Planet Erde eine Bahnposition passiert, danach zieht sie sich wieder zusammen. Das erzeugt Longitudinalwellen. Andererseits drückt die sich bewegende Erde die Membran nach unten (in der vierten Dimension) und erzeugt so Transversalwellen. Da der Autor bisher nur den Elastizitätskoeffizienten der Membran abschätzen konnte und damit auch nur eine ungefähre Dichte der Membran angeben kann, hat er sich auf die Longitudinalwellen beschränkt. Unter der Annahme, dass sich die longitudinalen Gravitationswellen mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten und die Dichte sich aus dem Energieinhalt der gespannten Membran ergibt, ist der Energieverlust des Sonne-Erde Systems 195 Watt. Das ist derselbe Wert, den auch die Allgemeine Relativitätstheorie berechnet.

Die **anomale Abbremsung** der Raumsonden Pioneer 10 und 11 wurde im Abschnitt Periheldrehung des Merkur schon abgehandelt. Die Erklärung aus einem kleinen Zusatzpotenzial, das mit $1/r^2$ absinkt, liefert den Wert $\Delta a = (8 \pm 1) \times 10^{-10} \text{ [m/s}^2\text{]}$, um den es bei der NASA geht.

Die [Geodätische Präzession](#) und der [Lense-Thirring Effekt](#) bestehen aus einer bestimmten Winkelauslenkung der Kreiselachse eines Kreisels, der sich auf einer Orbitalbahn im kugelsymmetrischen Gravitationsfeld einer Zentralmasse bewegt. Der Lense-Thirring Effekt tritt in der Theorie nur auf, wenn sich die Zentralmasse zusätzlich auch noch selbst dreht. Die NASA hatte zusammen mit der Stanford University im Jahre 2007 ein Weltraumexperiment abgeschlossen, [Gravity Probe B](#) genannt, das beide Effekte messen sollte. Aus mehreren Gründen war die Messgenauigkeit jedoch nur $\pm 0,1$ Bogensekunden. Die NASA und das Forscherteam der Stanford University arbeiten jedoch intensiv an einer Reduktion des Fehlers. Die Geodätische Präzession beträgt laut Theorie etwa 6,6 Bogensekunden im Jahr, so dass bei ihrer Messung der Fehler keine große Rolle spielte. Der Wert 6,6 wurde somit bestens bestätigt. Der Lense-Thirring Effekt beträgt laut Theorie jedoch nur etwa 0,04 Bogensekunden und konnte bisher auf Grund der gegenwärtigen Messfehler in diesem Experiment nicht wirklich bestätigt werden.

Der Autor hatte vor dem Gravity-Probe-B-Experiment im Jahre 2006 nur mit den Mitteln der Speziellen Relativität ebenfalls einen Wert der Geodätischen Präzession berechnet, der fast Null war und sich inzwischen als falsch erwiesen hat. In einem zweiten Anlauf im Jahre 2008 hat der Autor den Nulleffekt der speziellen Relativität akzeptiert und sich auf die veränderten Membraneigenschaften im Gravitationstrichter gestützt. So gelang es, den Wert des Gravity-Probe-B-Experiments zu berechnen, und damit auch in diesem Falle die Übereinstimmung der Kosmischen Membrantheorie mit der Allgemeinen Relativitätstheorie zu zeigen.



Die Abbildung zeigt einen kugelförmigen Kreisel in zwei Bahnpositionen bei seinem Umlauf um die Erde. In der Newtonschen Theorie behält ein frei fallender Kreisel seine Spinachse bei, wenn kein Drehmoment auf ihn wirkt. Durch die nahezu perfekte Kugelform der vier Quarzkreisel im Gravity-Probe-B-Experiment ist ein gewöhnliches Drehmoment ausgeschlossen. Trotzdem dreht sich die Spinachse in der durch den kleinen roten Pfeil angegebenen Richtung um 6,6 Bogensekunden pro Jahr. Als Ursache nennt die Membrantheorie zwei Effekte. Der erste Effekt ist eine Verlangsamung jeder Bewegung im Gravitationsstrichter und wird in der Kosmischen Membrantheorie für die Lichtwellen diskutiert. Die Anwendung auf Materiewellen, wie hier, benutzt einen Analogieschluss. Man muss sich das so vorstellen, dass der der Erde zugewandte Teil des Kreisels eine minimal geringere Umlaufgeschwindigkeit um die Erde hat, als der der Erde abgewandte Teil. Dadurch kommt eine minimale Drehung zustande. Die Berechnung des Effekts liefert jedoch einen etwas zu großen Wert für die Präzession.

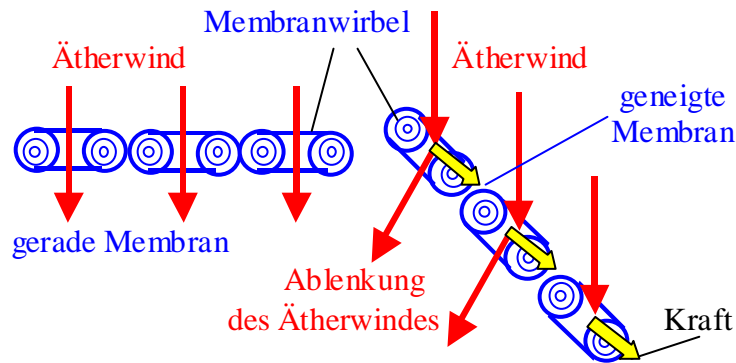
Dieses Zuviel wird durch den zweiten Effekt aufgehoben. Die Ursache für den zweiten Effekt ist die Massenänderung im Gravitationsstrichter. Diese lässt sich aus dem Energiequadrat ableiten. Durch die Kreiseldrehung, z.B. in Bahnposition 1, wird auf der dem Betrachter zugewandten Seite Kreiselmasse von der Erde entfernt (kleiner weißer Pfeil). Dabei verringert sich die Masse minimal. Der überschüssige Impuls wird an die Membran abgegeben. Deren Reaktion ist eine Kraftwirkung auf die uns zugewandte Kugelhälfte, und zwar in dieser Position entgegengesetzt zur Bahnbewegung (pinkfarbener Pfeil). Da auf der Rückseite des Kreisels der umgekehrte Vorgang stattfindet, entsteht ein Kräftepaar, das den oberen Teil des Kreisels zum Betrachter hin kippen möchte. Die Richtung dieses Drehmoments stimmt mit dem kleinen weißen Pfeil überein. Kreisels weichen einem Drehmoment jedoch seitlich aus, so dass letztlich nach der Kreisels Theorie eine kleine Drehung entgegengesetzt dem kleinen roten Pfeil ausgeführt wird. Diese kleine Drehung korrigiert den zu großen Wert des ersten Effekts auf genau den Wert, den auch de Sitter und nach ihm weitere Forscher aus der Allgemeinen Relativitätstheorie abgeleitet haben, und der durch das Gravity-Probe-B-Experiment bestens bestätigt wurde.

In Bahnposition 2 wird auf der sichtbaren Seite Masse zur Erde hin bewegt (kleiner weißer Pfeil) und damit mehr. Der fehlende Impuls kommt aus der Membran und wirkt in Richtung der Bahnbewegung. Das Drehmoment behält demnach seine Richtung auch in dieser Position bei.

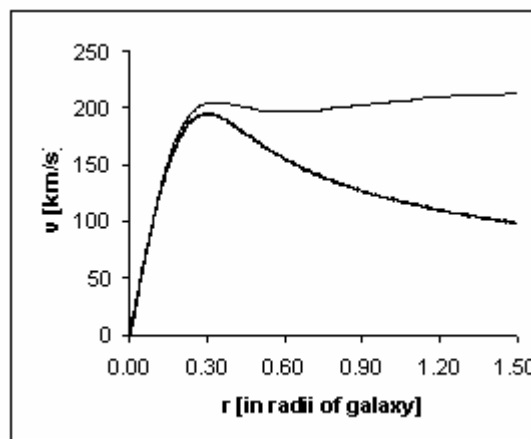
Der [Lense-Thirring Effekt](#) tritt in der Membrantheorie nicht in derselben Gestalt auf, wie in Einsteins Theorie, da die Übertragung der Schwerkraft von Massenpunkt zu Massenpunkt durch [Gravitonen](#) nicht angenommen wird. Wohl aber ist ein ähnlicher Effekt der Raumverdrillung denkbar, d.h. dass die sich drehende Erde die umgebende Membran etwas mitdreht, ähnlich wie ein Quirl die Suppe mitdreht. Es gibt aber keinerlei Vorstellung des Autors zum Wert des Effekts. Er nimmt an, dass der Raumdrillungseffekt, wenn überhaupt vorhanden, weniger als die 0,04 Bogensekunden des Lense-Thirring Effekts beträgt.

Eine Stütze für die Kosmische Membrantheorie ist die [Dunkle Materie](#). [Vera Rubin](#) (*1928) und andere Forscher entdeckten, dass sich die Sterne der meisten Galaxien viel zu schnell um das Zentrum bewegen. Trägt man die Geschwindigkeit der Sterne über dem Abstand r vom Zentrum auf, dann zeigen die meisten Galaxien eine fast ebene [Rotationskurve](#), d.h. die Geschwindigkeit der Sterne, egal ob innen oder außen, beträgt ziemlich genau 200 km/s. Im Sonnensystem dagegen bewegen sich die äußeren Planeten mit viel geringerer Geschwindigkeit als die weit entfernten, und das ist gut so, denn sonst würden sie wegfliegen. In den Galaxien ist das nicht so. Die sichtbare Materie der Galaxien reicht jedoch bei weitem nicht aus, um mit ihrer Gravitation den Zusammenhalt zu sichern. Sogenannte Dunkle Materie füllt seitdem diese Lücke. In Galaxien werden 80 bis 90% dunkle Materie vermutet, in Galaxiehaufen noch höhere Prozentzahlen. Physiker und Astronomen haben eine ganze Reihe von Vermutungen geäußert, was die Dunkle Materie sein könnte, z.B. braune Zwergsterne, schwere Neutrinos oder exotische Teilchen, sogenannte WIMPs. Aus astronomischen Beobachtungen weiß man, dass die Dunkle Materie immer nur gemeinsam mit gewöhnlicher Materie, d.h. mit Sternen oder Gaswolken, auftritt. Dieses Phänomen hat den Autor bewogen, einen Membranmechanismus zu suchen, der von der gewöhnlichen Materie ausgelöst wird und zu einer zusätzlichen Vertiefung des Gravitationsstrichters führt. Ausgangspunkt ist die angenommene körnige Struktur des Membranstoffs. Er könnte aus winzigen [torusförmigen](#) Wirbeln bestehen. Sie stellen nebenbei auch eine mögliche Grundlage einer Quantisierung des Raumes dar und könnten so zum Bindeglied zwischen Quantentheorie und Gravitationstheorie werden. Steht die Membran senkrecht zum Ätherwind, werden die Wirbel nicht beeinflusst. Der Ätherwind geht glatt hindurch.

.



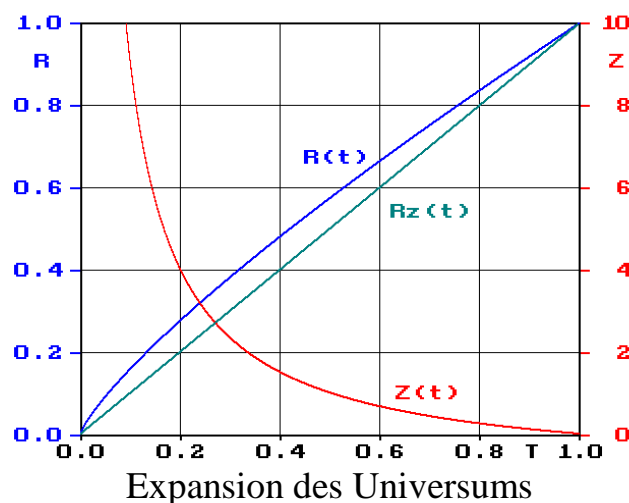
Ist die Membran geneigt wie in einem [Gravitationstrichter](#), können Kräfte auftreten, die die Membran verändern, z.B. verdichten. Solche Veränderungen können einen zusätzlichen Widerstand erzeugen, d.h. den Gravitationstrichter noch tiefer werden lassen. Sie können unter bestimmten Bedingungen aber auch einen Auftrieb erzeugen, d.h. genau das Gegenteil bewirken. Der Autor hat für radialsymmetrische Modelle (z.B. [elliptische oder sphärische Galaxien](#)) eine [gewöhnliche Differentialgleichung](#) der Raumkrümmung aufgestellt, die zur typischen ebenen Rotationskurve führt. Die abfallende Kurve in der Graphik unten ist die ohne Dunkle Materie zulässige Sternengeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Abstand r vom Zentrum.



[Spiralgalaxien](#) und ihre Babyform, die [Balkengalaxien](#), lassen sich nicht so einfach behandeln. Der Autor hat jedoch mit einem Raumgitter die [partielle Differentialgleichung](#) um eine Balkengalaxie numerisch gelöst und wieder eine fast ebene Rotationskurve erhalten. Damit liefert die Kosmische Membrantheorie ein diskussionswertes Modell zur Natur der Dunklen Materie: ***Dunkle Materie ist keine Materie im eigentlichen Sinne, sondern ein Membraneffekt, der durch gewöhnliche [baryonische](#) Materie induziert wird.*** Die Effekte der Dunklen Materie sind übrigens so klein, dass sie sich bei der Planetenbewegung in unserem Sonnensystem nicht bemerkbar machen.

Die [beschleunigte Expansion des Universums](#): [Adam Riess and Mario Livio](#) vom Space Telescope Science Institute präsentierten im Jahre 2001 eine 11 Milliarden Lichtjahre entfernte [Supernova](#), die im [Hubble-Diagramm](#) nur halb

so hell ist, wie sie gemäß ihrer [Rotverschiebung](#) sein sollte, und damit viel weiter weg ist, als angenommen. Astronomen und Astrophysiker diskutieren seitdem die These, dass sich die Expansion des Universums beschleunigt. Der Autor ist hier anderer Meinung. Unser Kosmos expandiert seit dem [Urknall](#) mit fast gleichbleibender Geschwindigkeit. Die Eigenschaften der Membran und damit physikalische Konstanten können sich jedoch im Laufe der Zeit ändern, so, wie die Haut eines Luftballons beim Aufblasen dünner wird. Die wichtigste Änderung ist die Erhöhung der Lichtgeschwindigkeit mit steigender Membranspannung. So lässt sich tatsächlich ein Szenario finden, bei dem entfernte Supernovas nur halb so hell sind, wie man nach der Rotverschiebung des Lichts erwartet. In der Graphik *Expansion des Universums* sehen wir, dass ein Objekt mit Rotverschiebung $z=10$ etwa zur Zeit $T=0.1$ nach dem Urknall sein Licht ausgesandt hat. Das entspricht bei einem angenommenen Weltalter von 14 Milliarden Jahren etwa 1.4 Milliarden Jahre.



Der heutige Radius des Universums wurde hier $R=1$ gesetzt. Die Zeit T auf der Abszisse ist die Eigenzeit einer sich mit der Membran bewegenden Uhr. Die Zeit t ist die eines ruhenden äußeren Beobachters mit unserer heutigen Zeiteinteilung. Die blaue Kurve $R(t)$ zeigt den Radius des Universums über der [Eigenzeit](#). Da sich die ersten Sekunden Eigenzeit auf Grund der dicken und wenig gespannten Membran kurz nach dem Urknall endlos dehnten, wuchs das Universum damals mit fast unendlicher Geschwindigkeit. Das aber nur rechnerisch. Die grüne Kurve zeigt die tatsächliche Expansion, wie sie ein äußerer Beobachter mit einer heutigen Uhr gesehen hätte. Die Graphik erklärt aber auch die [Inflation des Kosmos](#), die [Alan Guth](#) (*1947) vorgeschlagen hat, um die Einförmigkeit der [kosmischen Hintergrundstrahlung](#) erklären zu können. Es war keine Inflation des Radius, sondern ein Effekt der damaligen sehr kleinen Lichtgeschwindigkeit und des damals sehr langsamen Verlaufs aller physikalischen Prozesse in der dicken Suppe der noch jungen Membran.

Einige Schlussfolgerungen

Das wichtigste Ergebnis der Kosmischen Membrantheorie der Gravitation ist die Ableitung des Gravitationsgesetzes, das sich automatisch bei einer dreidimensionalen Membran im vierdimensionalen Hyperraum ergibt. Das Membranmodell liefert darüber hinaus Ansätze für das Verständnis der Dunklen Materie. Die angenommene körnige Struktur des Membranstoffs stellt nebenbei auch eine mögliche Grundlage einer Quantisierung des Raumes dar und könnten so zum Bindeglied zwischen Quantentheorie und Gravitationstheorie werden. Albert Einsteins Ergebnisse bleiben nahezu vollständig erhalten. Was sich ändert, sind lediglich manche Sichtweisen.

Das Membranmodell kann aber auch anderen Disziplinen der Physik und Technik neue Impulse verleihen. Bisher wurde angenommen, dass sich z.B. die Elektronen seit Urzeiten um die Atomkerne drehen, ohne Energie zu verlieren. Jetzt können wir beruhigt sein. Sie könnten auch ihren Antrieb vom Ätherwind der Expansion bekommen, so, wie Fahnen im Wind flattern. Es könnte auch ständig Materie neu entstehen, denn das Abbremsen der Membran im Ätherwind muss große Energiemengen freisetzen. Die Membran selbst hat verglichen mit der vorhandenen Materie eine so ungeheure Masse, dass diese Abbremsung sie fast nicht beeinflusst.

Äthermühlen sind denkbar, die irgendwann die unerschöpfliche Bewegungsenergie der Membran zur Erzeugung elektrischer Energie nutzen, oder Äthersegel, die Raumschiffe der Menschheit auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigen.

Eine Gefahr sollte man nicht verschweigen. Der ständig größer werdende Ballon, unser Kosmos, könnte eines Tages reißen und damit nicht nur die Menschheit, sondern unser gesamtes Universum beenden. Kann [Bruce Willis](#) das Debakel nicht verhindern, dann bleibt uns immerhin die Hoffnung, dass es noch viele [Paralleluniversen](#) gibt.

Ich danke Burkhardt Seifert, Zürich, für seine Ratschläge und sein Interesse an dieser Materie, und ich danke [Jeffrey O'Callaghan](#) für sein unbeirrbares Festhalten an der vierten Raumdimension.