

Die Ingenieurwissenschaft von der Raumzeit und die Nutzung der Nullpunktsenergie des Quantenvakuums



International
Space Federation

[International Space Federation](#)

[Dr. William Brown](#)

[Zum Originalartikel](#)

Letzte Aktualisierung am 16. Februar 2026



Die Nullpunktsenergie (NPE) – die Energie, die in Quantensystemen selbst am absoluten Nullpunkt verbleibt – ist nicht nur ein grundlegendes physikalisches Phänomen, sondern stellt zugleich eine potenziell revolutionäre Grenze für technologische Entwicklungen dar. Obwohl sie häufig mit Randwissenschaften in Verbindung gebracht wird, ist die NPE tatsächlich ein fundamentaler Bestandteil der Quantenmechanik und der modernen Physik. Dieser Artikel untersucht, wie Wissenschaftler und Ingenieure beginnen, die NPE durch verschiedene experimentelle Ansätze nutzbar zu machen – von Geräten, die auf Vakuumschwankungen basieren, bis hin zu Resonanzkavitäten, die möglicherweise einen antriebslosen Vortrieb ermöglichen. Jüngste Durchbrüche zeigen, dass die Energiedichte des Quantenvakuums sowohl real als auch nutzbar ist. Forschern ist es gelungen, Vakuumschwankungen zur Erzeugung von Zufallszahlen mit bislang unerreichter Geschwindigkeit zu nutzen, während andere eine gezielte Steuerung von Vakuumschwankungen mittels Laser demonstriert haben. Diese Fortschritte verdeutlichen, dass die technische Nutzung des Quantenvakuums nicht nur möglich ist, sondern potenziell transformative Technologien ermöglichen könnte – von praktisch unbegrenzter sauberer Energie über die Beherrschung der Schwerkraft bis hin zu einer Raumfahrt mit Überlichtgeschwindigkeit. Der Artikel beleuchtet die zentralen theoretischen Grundlagen, die von Pionieren wie Planck, Einstein und Nernst gelegt wurden, analysiert vielversprechende aktuelle experimentelle Arbeiten im Bereich der Quantenvakuumtechnik und wirft einen Blick auf bevorstehende Tests von Antriebssystemen, die diese Konzepte validieren könnten. Indem wir ein tieferes Verständnis der Nullpunktsenergie und ihrer Beziehung zu Gravitation und Raumzeit entwickeln, rücken wir Technologien näher, die die menschliche Zivilisation und unsere Fähigkeit zur Erforschung des Kosmos grundlegend verändern könnten.

„Das Vakuum birgt den Schlüssel zum vollständigen Verständnis der Naturkräfte.“ P. C. W. Davies, Superforce (Simon and Schuster, New York, 1985). S. 104

Die moderne Quantentheorie hat ihren frühesten Ursprung in der Entdeckung der sehr realen und konstitutiven Nullpunktsenergie materieller Systeme durch Max Planck. Da es sich bei materiellen Systemen lediglich um strukturierte Anregungen zugrunde liegender Quantenfelder handelt, gilt die Nullpunktsenergie gleichermaßen für den Vakuumszustand dieser Quantenfelder, und es existiert ein allgegenwärtiges Nullpunktfeld. Es ist bemerkenswert, dass die Quantenmechanik trotz ihres über ein Jahrhundert zurückreichenden Ursprungs von vielen noch immer als fortgeschrittene, ja sogar bahnbrechende Theorie angesehen wird – möglicherweise deshalb, weil sie, obwohl es sich um eine ältere und bekannte vorläufige Theorie handelt, die letztendlich abgelöst werden wird, weiterhin zahlreiche scheinbar rätselhafte und unerklärliche Resultate aufweist, wie etwa die Nullpunktsenergie von Quantenfeldern. Tatsächlich ist das Quantenvakuum selbst unter Physikern noch immer nicht allgemein gut verstanden, von denen viele offenbar dazu neigen, die Nullpunktsenergie des freien Raumes als trivial oder rein virtuell zu betrachten. Und nicht selten werden skeptische Reaktionen hervorgerufen, wenn – den Tatsachen der Quantentheorie folgend – darauf hingewiesen wird, dass wir in einem wahrhaft unbegrenzten Energiemeer leben und dass diese Energie nutzbar gemacht werden kann. Dennoch haben, wie wir sehen werden, einige Wissenschaftler und Erfinder die Debatte über die Materialität des Vakuums bereits weit hinter sich gelassen – sie arbeiten aktiv an der technischen Beeinflussung der Raumzeit mit Vorrichtungen, die vorgeben, durch die Nutzung der Fluktuationen der Nullpunktsenergie des Quantenvakuums zu funktionieren.

Die theoretische Erforschung der Nutzung des Potenzials des Quantenvakuums zur Energieerzeugung und für den treibstofflosen Antrieb blickt auf eine lange Geschichte zurück. Wegweisende Studien haben die Möglichkeit untersucht, bekannte Verfahren der Quantenvakuumtechnik zu nutzen, um Nullpunktsenergie aus dem Feld zu extrahieren und in einer Batterie zu speichern [Abbildung 1 – Forward 1984, Puthoff 1993]. Neuere Arbeiten haben die Rolle von Quantenfluktuationen des Vakuums in verschiedenen Plattformen der Quantentechnologie

analysiert: Wie in der Studie von Jordan und anderen zu [Vielteilchen-Quanten-Vakuumfluktuationsmotoren](#) beschrieben, „wurde gezeigt, dass Nullpunktsfluktuationen, die aus bosonischen Umgebungen hervorgehen, die Gleichrichtung elektrischer Ströme ermöglichen und dabei Arbeit erzeugen [Henriet et al. 2015], sowie eine auf supraleitenden Schaltkreisen basierende Wärmekraftmaschine ermöglichen, die auf dem Vorhandensein von Nullpunktsfluktuationen in einer Mikrowellenkavität beruht [Hofer et al. 2016]. Diese Arbeiten zeigen, dass die Einbeziehung von Vakuumfluktuationen in die Konstruktionsprinzipien von Maschinen und Batterien eine wissenschaftlich fundierte und vielversprechende Richtung darstellt, die im Zuge der weiteren Entwicklung der Quantentechnologie verfolgt werden sollte.“ In ihrer Studie beschreiben Jordan und Kollegen eine plausible Methodik zur Konstruktion einer Vielteilchen-Quantenmaschine, die „durch die Energiedifferenz zwischen dem verschränkten Grundzustand des wechselwirkenden Systems und lokalen separierbaren Zuständen“ angetrieben wird.

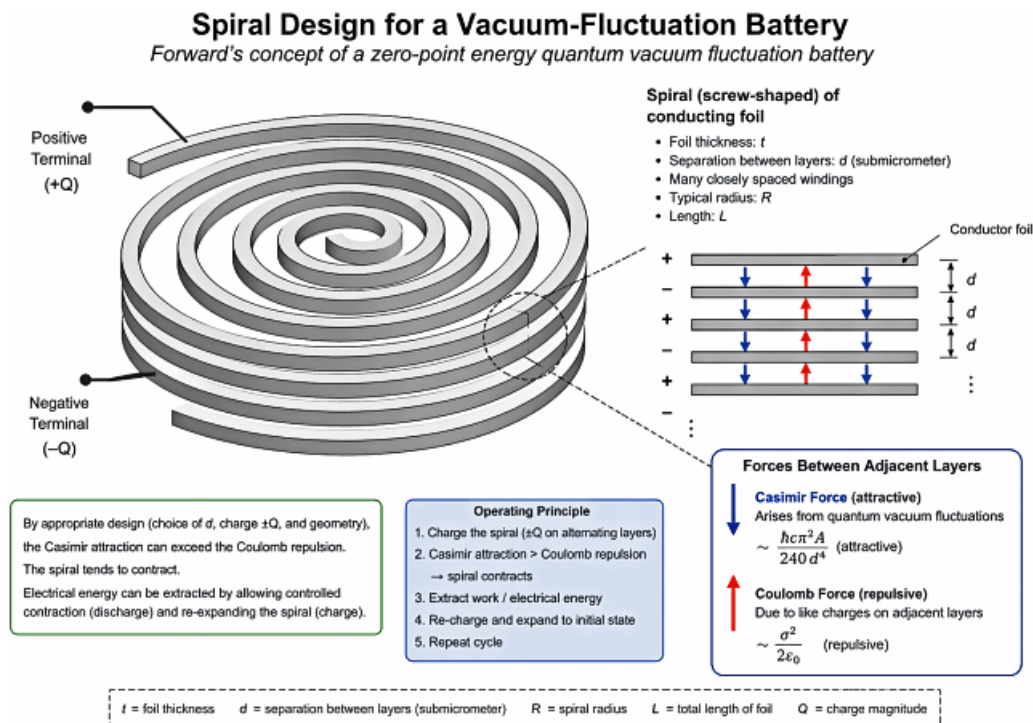


Abbildung 1. Spiralförmiger Aufbau einer Vakuumfluktuationsbatterie. Robert L. Forward's Konzept einer Vakuumfluktuationsbatterie auf Basis der Nullpunktsenergie; schematische Darstellung aus seiner Forschungsarbeit von 1984. R. L. Forward, Gewinnung elektrischer Energie aus dem Vakuum durch Kohäsion geladener, geschichteter Leiter, [Physical Review B 30, 1700 \(1984\)](#).

Die Nutzbarmachung der Nullpunktsenergie von Vakuumfluktuationen sowie des geometrodynamischen Ingenieurwesens ist jedoch über rein theoretische Betrachtungen hinausgewachsen und hat bereits zu direkten und nachweisbaren Anwendungen geführt. Anfang dieses Jahres [2023] gaben Forscher von der Universität Gent in Belgien die Entwicklung eines [2023-04-quantum-fluctuations-generate-random-faster.html](#) ultraschnellen Zufallszahlengenerators auf Basis von Quantenfluktuationen bekannt – bei dem durch Paare von Teilchen und Antiteilchen hervorgerufene Variationen, die entstehen und anschließend wieder annihilieren, zur Erzeugung von Zufallszahlen genutzt werden können, und zwar bis zu 200 mal schneller als dies bei verfügbaren kommerziellen Geräten möglich ist.^[1] Und erst im Juli dieses Jahres [2023] demonstrierten Forscher am MIT, dass sich Vakuumfluktuationen mithilfe eines Lasers steuern lassen, und beschrieben die Anwendung dieses Verfahrens zur Nutzung zufälliger Fluktuationen der Quantenvakuumenergie (im freien Raum) zur Erzeugung zufälliger Bitfolgen für das probabilistische Rechnen.^[2] Diese Verfahren, die die Nullpunktsenergie des Quantenvakuums direkt erschließen und nutzen, zeigen (1), dass die Energiedichte des Quantenvakuums weder trivial noch bloß virtuell ist, und (2), dass Techniken zur gezielten Beeinflussung der stochastischen Fluktuationen des Nullpunktfeldes des Quantenvakuums realisierbar sind und sich bereits in Richtung konkreter technologischer Anwendungen entwickeln.

Mit dem Aufkommen von Technologien zur Manipulation der Raumzeit, die auf dem Verständnis der Nullpunktsenergie des Quantenvakuums und der Natur der Gravitation beruhen, wird eine neue Ära von Technologien eingeläutet, die unsere Zivilisation grundlegend umgestalten und uns zu den Sternen führen werden.

Planck, Einstein, Nernst und die Nullpunktsenergie

„Die Existenz einer Nullpunktsenergie von $\frac{1}{2} h\nu$ [ist] wahrscheinlich.“ – Albert Einstein und Otto Stern (1913)^[3]

Alle materiellen Systeme bestehen aus elementaren harmonischen Oszillatoren – oder präziser: aus harmonischen Winkelfrequenzen des Spins –, seien es Atome oder subatomare Teilchen. Um die Wende zum 20. Jahrhundert wurde entdeckt, dass diese harmonischen Oszillatoren selbst auf dem Nullpunktniveau einen unauslöschlichen Energiewert besitzen, obwohl dort klassischerweise keine Energie vorhanden sein dürfte. Da materielle Systeme lediglich strukturierte Anregungen eines zugrunde liegenden Quantenfeldes darstellen, erstrecken sich diese schwingungsbasierten Elemente auch auf die Beschreibung von Quantenfeldern, sodass quantenmechanische harmonische Oszillatoren gewissermaßen die eigentliche Substanz bzw. die Materialität des Raumes bilden und die zugehörige Nullpunktsenergie in sämtlichen Feldern präsent ist. Ein Beispiel hierfür ist die Nullpunktsenergie des elektromagnetischen Feldes, die mitunter auch einfach als Nullpunktenergiefeld (NPF) bezeichnet wird. Da diese Energie selbst dann bestehen bleibt, wenn alle klassischen Quellen von Masse, Energie oder Kraft aus einem gegebenen Raum entfernt wurden – also in einem Zustand, der ansonsten als Vakuum gelten würde –, verleiht die Nullpunktsenergie dem Raumvakuum eine inhärente Energiedichte. Der freie Raum ist demnach nicht leer, sondern stellt ein Quantenvakuum dar: erfüllt von konstitutiven energetischen Fluktuationen der Quantenfelder, selbst auf Vakuum-, Grundzustands- bzw. Nullpunktniveau.

Das moderne Verständnis des Quantenvakuums und der nichtverschwindenden Energiefluktuationen des Vakuumzustandes hat seine Anfänge in den Jahren um 1912–1913, mit den Arbeiten von Planck, Nernst (dem Vater des Quantenvakuums), Einstein und Stern zur Schwarzkörperstrahlung, zur Nullpunktsenergie harmonischer Oszillatoren sowie zum elektromagnetischen Feld. Die Aufklärung der Nullpunktsenergie durch Planck und Einstein geht der Formalisierung der Quantenmechanik zeitlich voraus, obgleich in der heutigen Physik der Nullpunktsenergie diese am engsten mit quantenmechanischen harmonischen Oszillatoren sowie mit Vakuumfluktuationen von Materiefeldern und Kraftfeldern (deren Quanten Fermionen bzw. Bosonen sind) verknüpft wird. Mit den energetischen Fluktuationen des elektromagnetischen Vakuums verbunden sind geometrodynamische Fluktuationen der Raumzeitmannigfaltigkeit, die fortwährend Bereiche hoher positiver und negativer Krümmung erzeugen – mit dem Ergebnis einer mehrfach zusammenhängenden Raumzeitgeometrie aus Mikrowurmlöchern bzw. Einstein-Rosen-Brücken auf der Planck-Skala –, jenem Gebilde, das John Archibald Wheeler als Quantenschaum der Raumzeit bezeichnete.

Es ist bezeichnend für das weit verbreitete Missverständnis hinsichtlich der Nullpunktsenergie des freien Raumes, dass Vakuumfluktuationen häufig so dargestellt werden, als entstünden sie infolge der Heisenbergschen Unschärferelation – dies ist jedoch falsch. **Tatsächlich ist die Heisenbergsche Unschärferelation entgegen der gängigen Auffassung eine Konsequenz – und nicht die Ursache – von Vakuumfluktuationen des Nullpunktenergiefeldes (Haramain und andere, the origin of mass and nature of gravity, Vorabdruck, 2023).** In der Formulierung der Quantenfeldtheorie (z. B. für einen Doppeloszillator) sind die Orts- und Impulsoperatoren nichtkommutativ, was vereinfacht gesagt bedeutet, dass sie nicht dieselben Ergebnisse liefern. Innerhalb dieses Formalismus ist die Nullpunktsenergie erforderlich, um die Nichtkommutativität der Orts- und Impulsoperatoren aufrechtzuerhalten. Daraus folgt, dass die Grundlagen der Quantenmechanik und die Unschärferelation fest in der Dynamik der NPE-Vakuumfluktuationen verankert sind, welche das Bad (bzw. das Feld) definieren, in dem Teilchen erscheinen, sich entwickeln und miteinander wechselwirken.

Der Ursprung des Konzeptes der Nullpunktsenergie findet sich in den Arbeiten von Planck zur Quantisierung der Energie (durch das Plancksche Wirkungsquantum – die Geburtsstunde der Quantentheorie), die darauf abzielten, die hochfrequente Divergenz der Strahlungsenergiedichte zu beheben, wie sie in klassischen Vorhersagen der spektralen Dichte elektromagnetischer Strahlung eines Schwarzen Körpers auftrat – ein Phänomen, das als Ultraviolett Katastrophe oder Schwarzkörperproblem bezeichnet wurde.^[4] Bei der Analyse der Entropie harmonischer Oszillatoren, die einen Schwarzen Körper bilden (also der Atome eines absorbierenden Materials), stellte Planck – entgegen den Erwartungen – fest, dass die mechanischen Oszillatoren eines solchen Körpers beim Annähern der Temperatur eines materiellen Systems an den absoluten Nullpunkt einen von Null verschiedenen Energiewert beibehalten. Aus der Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Entropie und der

mittleren Energie eines elementaren Strahlers (eines materiellen Oszillators) folgte Planck somit die Existenz von Nullpunktsenergie. Seine mathematische Analyse und Lösung des Schwarzkörperproblems zeigte nämlich, dass selbst bei einer Temperatur von null (dem Nullpunkt) im materiellen Oszillator weiterhin eine Energie vorhanden ist.

Dieses Ergebnis wurde aus theoretischen Überlegungen zur Lösung der Ultraviolett katastrophe abgeleitet. Mittlerweile existieren jedoch zahlreiche direkte Beobachtungen intrinsischer Nullpunktsenergie, die sich im Verhalten materieller Systeme unter stark unterkühlten Bedingungen manifestieren: von Bose-Einstein-Kondensaten über Elektronen-Cooper-Paare in Supraleitern bis hin zur Suprafluidität. Beispielsweise gefriert flüssiges Helium bei Standarddruck unabhängig von der Temperatur nicht, da die Nullpunktsenergie auch dann erhalten bleibt, wenn sich die Temperatur dem absoluten Nullpunkt nähert – stattdessen wird Helium beim Unterschreiten seines Lambdapunktes suprafluid. Es ist zu beachten, dass das nichtklassische Verhalten und die Eigenschaften suprafluider und supraleitender Systeme eine erhebliche Relevanz für Betrachtungen über die Natur des Quantenvakuums besitzen, da in einigen Ansätzen der theoretischen Physik, wie etwa der Suprafluid-Vakuum-Theorie (Bose-Einstein-Kondensat-Vakuumtheorie), das Vakuum als Suprafluid modelliert wird.^{[5][6][7]}

Planck interpretierte seine Ergebnisse dahingehend, dass sie die Besonderheiten des emittierenden Systems aufzeigen, und betonte, dass sie keine intrinsische Eigenschaft des Lichtes selbst beschreiben (Cramer J. G., The Quantum Handshake: Entanglement, Nonlocality and Transactions, 2016 / Der quantenmechanische Handschlag: Verschränkung, Nichtlokalität und Transaktionen). Diese Auffassung wurde jedoch 1905 von Einstein mit seiner Untersuchung der Emission von Elektronen aus mit Licht bestrahlten Metallen – heute bekannt als photoelektrischer Effekt – in Frage gestellt. Einstein definierte die Quanten der Energiestrahlung, indem er das heuristische Argument vorbrachte, dass Emission und Absorption von Planckschen Oszillatoren sich in diskreten Intervallen verändern, die ganzzahlige Vielfache der Planckschen Konstante h und der Frequenz ν sind. Damit begründete er im Wesentlichen das Konzept der Diskretisierung elektromagnetischer Strahlung, das er als Photon bezeichnete (wenn also behauptet wird, Einstein habe „die Quantenmechanik nicht gemocht“, sollte man bedenken, dass er ihr Begründer war). Dies ermöglichte es Einstein, aus seiner Ausarbeitung des photoelektrischen Effektes konkrete Vorhersagen abzuleiten – ein Effekt, der von zentraler Bedeutung ist für die Betrachtung der Kopplung von Materie mit Vakuumfluktuationen, wie sie bei der Absorption und Emission elektromagnetischer Quanten auftreten.

Bei der Untersuchung der Natur von Dipoloszillatoren wandten Einstein und Stern eine Nullpunktsenergie auf die mittlere Energie eines Dipoloszillators an. Durch die Berücksichtigung dieses Nullpunktsenergiefaktors bei Dipoloszillatoren gelang es ihnen, das Plancksche Spektrum der Schwarzkörperstrahlung exakt zu reproduzieren. Bemerkenswerterweise war der von Einstein und Stern ermittelte Wert der Nullpunktsenergie doppelt so groß wie der zuvor von Planck gefundene. Das bedeutet, dass Einstein und Stern – ohne es zu diesem Zeitpunkt zu erkennen – die Nullpunktsenergie der Feldmoden, also das Nullpunktfeld, entdeckt hatten, da die Nullpunktbewegung eines materiellen Dipoloszillators an die Nullpunktszillationen des Feldes gekoppelt ist – folglich ergab sich für sie ein doppelt so großer Wert wie der von Planck.

Obwohl sie die Begründer der Nullpunktsenergie waren, haben weder Planck noch Einstein und Stern jemals vorgeschlagen, dass es ein Nullpunktfeld geben könnte. Die erste Erörterung dieser Möglichkeit wird stattdessen Walther Nernst für das Jahr 1916 zugeschrieben.^[7] Obwohl Nernst weniger bekannt ist als seine Zeitgenossen Albert Einstein und Max Planck, war er eine prägende Persönlichkeit der modernen Physik und wird von vielen als Wegbereiter von Konzepten wie dem Quantenvakuum und der kosmologischen Konstante angesehen – beides Forschungsthemen, die bis heute von hoher Aktualität sind.

Warum sind die Nullpunktsenergie und das Quantenvakuum von so großer Bedeutung?

Somit erkennen wir den grundlegenden Charakter der Nullpunktsenergie. Tatsächlich haben der Physiker Nassim Haramein und sein Forschungsteam kürzlich in The Origin of Mass & The Nature of Gravity (Der Ursprung der Masse und die Natur der Gravitation) dargelegt und erläutert:

Während die Einsteinschen Feldgleichungen besagen, dass die Gravitation das Ergebnis der Raumzeitkrümmung ist, basierend auf einem Quellterm in Form eines Energie-Impuls-Tensors beziehungsweise der Massenenergie, liefern diese weder eine Erklärung für den Ursprung dieser Masse noch für die Natur der Raumzeit selbst. Darüber hinaus zeigen sie, dass bestimmte Bereiche der Raumzeit eine unendliche Krümmung infolge einer unendlichen Energiedichte erreichen können, wie es bei der Singularität eines Schwarzen Loches der Fall ist. Demgegenüber zeigte die frühe Erforschung der Quantenmechanik, dass der elektromagnetische Quantenvakuum-Grundzustand heftigen Fluktuationen unterliegt, was – bei Aufsummierung über alle Moden – zu einer unendlichen Energiemenge führt. Im Folgenden wird dargelegt,

dass diese Energiedichte die Quelle von Masse sowie der daraus hervorgehenden Kräfte ist, sowohl auf klassischer Skala, wie im Fall der Gravitation, als auch auf quantenmechanischer Skala, wie bei der einschließenden Kraft.

„Unter Verwendung der Korrelationsfunktionen untersuchen wir die frühe Entdeckung der Nullpunktsenergie (NPE) durch Max Planck im Kontext der Schwarzkörperstrahlung eines Oszillators. Dabei zeigt sich, dass die NPE, die bei Berücksichtigung aller Moden divergiert und zu einer unendlichen elektromagnetischen Energiedichte führt, unter Einbeziehung der Allgemeinen Relativitätstheorie (ART) und der Quantengeometrodynamik tatsächlich in der Größenordnung der Planck-Dichte liegt, wobei sich auf natürliche Weise ein Cut-off auf der Planck-Skala ergibt. Während diese Energiedichte im freien Raum auf klassischer Skala nicht in Erscheinung tritt, wird sie in hochkohärenten Phasen – etwa in Resonanzkavitäten – signifikant und messbar, beispielsweise im Fall des Casimir-Effektes und des dynamischen Casimir-Effektes. Darüber hinaus erfordert die Konsistenz des mathematischen Rahmens der Quantentheorie die Existenz der NPE, da diese die Nichtkommutativität der Operatoren aufrechterhält, die für die Stabilität von Teilchen essenziell ist.“

Haramain und andere, 2023. Der Ursprung der Masse und die Natur der Gravitation, Zusammenfassung. Online abgerufen über Spacefed.com, 8. August 2023.

Neben der Klärung grundlegender Fragestellungen im Kernbereich der Physik – wie dem Ursprung der Masse und der Natur der Gravitation – wird ein Verständnis der Nullpunktsenergie und des Quantenvakuums die Entwicklung von Technologien ermöglichen, die die menschliche Zivilisation grundlegend revolutionieren werden: etwa die Kontrolle der Gravitation für fortschrittliche (nicht-chemische) Antriebssysteme sowie die Gewinnung von Energie aus dem Nullpunktenenergiefeld. Die Energiedichte des freien Raumes hat das Potenzial, zur ultimativen Energiequelle der Menschheit zu werden – so wie sie tatsächlich die fundamentale Energiequelle aller physikalischen Phänomene ist.

Um eine Vorstellung davon zu bekommen, von welcher Energiedichte hier die Rede ist, kann man den Vakuumerwartungswert (VEV - Vacuum Expectation Value) berechnen. Wenn alle Feldmoden des Quantenvakuums für ein gegebenes Einheitsvolumen des Raumes aufsummiert werden, ist der VEV unendlich. In der Quantenelektrodynamik und in der Stochastischen Elektrodynamik wird ein Renormierungsverfahren angewendet (ad hoc), bei dem ein Cut-off-Term auf der Ebene der Planck-Frequenz ($\sim 10^{42}$ Hz) eingeführt wird, um die zulässigen Feldmoden der Vakuumszillationen zu begrenzen, sodass die Gesamtenergiedichte des Quantenvakuums auf etwa 10^{113} Joule pro Kubikmeter (10^{93} Terawattjahre) berechnet wird. Dies ist eine unvorstellbar große Energiemenge.

Während ein Vakuumerwartungswert einer unendlichen Nullpunktsenergiedichte zunächst als ein nicht-physikalisches Ergebnis erscheinen mag, gibt es theoretische (sowie beobachtbare) Gründe für die Annahme, dass der Vakuumszustand tatsächlich eine extrem hohe Nullpunktsenergiedichte aufweist. Bereits 1907 hatte Oliver Lodge Werte für die Energie des freien Raumes mittels naiver Berechnungen der Ätherdichte^[1] – das Quantenvakuum als transformierter Äther – von 10^{26} J/cm³ oder (über die Äquivalenz $E = mc^2$) 10 000 Tonnen/cm³ berechnet.^[8] Er beschrieb die Energiedichte des Raumes wie folgt: „Dies entspricht der Aussage, dass 3×10^{17} kWh, oder die Gesamtleistung eines Ein-Megawatt-Kraftwerkes über 30 Millionen Jahre, dauerhaft und gegenwärtig unzugänglich in jedem Kubikmillimeter des Raumes existiert.“^{[9][10]}

[1] Um die Wende zum 20. Jahrhundert ging man davon aus, dass sich elektromagnetische Wellen in einem materiellen Medium ausbreiten, das als Lichtäther bezeichnet wurde.

Bezüglich der von ihm berechneten extrem hohen Energiedichtewerte (und unter Berücksichtigung der frühen und begrenzten Vorstellungen über die Natur dieses Feldes sowie der Nullpunktsenergiedichte seiner Zeit) führte Lodge des Weiteren aus: „Es gibt nichts Paradoxes und, soweit ich das beurteilen kann, auch nichts Unwahrscheinliches an diesen Zahlen ... und die Trägheit [d. h. die Masse] der Materie dürfte lediglich einen sehr kleinen Restanteil der Trägheit der kontinuierlichen, inkompressiblen, komplexen Flüssigkeit ausmachen, aus der sie hypothetisch besteht und in der sie sich bewegt.“ Lodges Berechnung der Energiedichte des freien Raumes basierte auf den damals angenommenen Eigenschaften eines allgegenwärtigen Äthermediums sowie auf den ätherischen Konstanten der magnetischen Permeabilität und der elektrischen Induktivität des freien Raumes. Interessanterweise ergab sich daraus zwar eine scheinbar extrem hohe Energiedichte, jedoch lag diese immer noch um etwa das 10^{87} -fache unter den zeitgenössischen Berechnungen des VEV, wobei die Planck-Frequenz als Grenzwert für zulässige Feldmoden des Nullpunktenenergiefeldes verwendet wurde.

Könnten wir auch nur einen winzigen Bruchteil dieser Energiedichte nutzbar machen, würde dies den gesamten globalen Energiebedarf der Menschheit auf alle Ewigkeit abdecken und uns auf der Kardaschow-Skala mindestens in den Status einer Typ-I-Zivilisation erheben (derzeit entsprechen wir dem Typ 0, da wir zur Energieerzeugung überwiegend auf die Verbrennung von abgestorbenem Pflanzenmaterial angewiesen sind).

Noch bevor man sich technologischen Verfahren zuwendet, die bereits direkt auf die substanziale Energie des freien Raumes zugreifen und diese nutzbar machen, ist festzuhalten, dass es keine theoretischen Einwände gibt, die die Möglichkeit ausschließen würden, Vakuumentnergie technisch zu erschließen und zu nutzen. Wie der Physiker Harold Puthoff es formuliert: „Die grundlegende Thermodynamik, die in diesen Vorschlägen [zur Extraktion von Energie aus elektromagnetischer Nullpunktstrahlung] involviert ist, wurde an dieser Stelle analysiert und geklärt, mit dem Ergebnis, dass diese Vorschläge im Prinzip korrekt sind.“^[11]

Selbst unter überzeugten Skeptikern wie Matt Visser von der Washington University in St. Louis wird anerkannt, dass: „es definitiv möglich ist, die Vakuumentnergie zu manipulieren. Alle Objekte, die die Vakuumentnergie verändern (beispielsweise elektrische Leiter, Dielektrika und Gravitationsfelder), verzerren den quantenmechanischen Vakuuzustand. Diese Veränderungen der Vakuumentnergie lassen sich oft leichter berechnen als die gesamte Vakuumentnergie selbst. Manchmal können wir diese Veränderungen der Vakuumentnergie sogar in Laborexperimenten messen.“ Was ist die „Nullpunktenergie“ (oder „Vakuumentnergie“) in der Quantenphysik? Ist es tatsächlich möglich, uns diese Energie zunutze zu machen?

Wir erkennen somit, dass die Nullpunktenergie des Quantenvakuums keineswegs trivial ist, sondern durch technologische Verfahren gezielt beeinflusst und gestaltet werden kann. Wir haben eine Reihe solcher Verfahren vorgestellt, die direkt mit der Energiedichte des freien Raumes arbeiten und diese nutzbar machen, darunter: die Casimir-Diode, das quantum-energy-teleportation-protocol quantum energy teleportation protocol und der Schwinger-Effekt in Graphen-Supergittern, um nur einige Beispiele anzuführen (zusätzlich zu den in der Einleitung besprochenen aktuellen Anwendungen).

Das Verständnis der Natur der Vakuumentnergie des Nullpunktenergiefeldes ist grundlegend für das Verständnis der Quantenfeldtheorie, des Spins und der Geometrisierung des Raumes sowie für die Vereinigung dieser beiden Aspekte in der Quantengravitation und einer vereinheitlichten Physik. Wir treten nun in eine Ära ein, in der das Verständnis von den QVF und dem NPF so weit fortgeschritten ist, dass sich aus der Anwendung vereinheitlichter physikalischer Modelle direkte technologische Fortschritte ergeben. Im Folgenden werden wir einige der Theorien und Anwendungen zur Extraktion von Quantenvakuumentnergie sowie zum Raumzeit-Engineering betrachten, die als vorzeigbare Techniken der ersten Entwicklungsstufe den Weg für zukünftige Technologien ebnen, welche die vollständige Nutzung des Nullpunktenergiefeldes und die Steuerung der gravitativen Metrik der Raumzeit ermöglichen werden.

Extraktion von Energie aus dem Quantenvakuum

Der mit Abstand am häufigsten genutzte physikalische Effekt für Konzepte und angewandte Verfahren zur Gewinnung oder Nutzung von Energie aus dem Nullpunktenergiefeld ist der Casimir-Effekt.^[12] Im Jahr 1948 beschrieb Hendrick Casimir, dass zwischen zwei perfekt leitenden Platten eine anziehende Kraft entsteht, die auf der Unterdrückung bestimmter Moden von Vakuumentnergie beruht – ein Phänomen, das heute als Casimir-Effekt bezeichnet wird. Casimir entdeckte diese Kraft im Zuge seiner mathematischen Analyse der klassischen Elektrodynamik, insbesondere im Hinblick auf die Veränderung der elektromagnetischen Nullpunktenergie, wenn die Anordnung der perfekt leitenden Platten einen definierten Spalt mit einem bestimmten Volumen (eine kubische Kavität) zwischen ihnen aufweist. Der Casimir-Effekt wurde seither experimentell beobachtet und bestätigt^[13], einschließlich des dynamischen Casimir-Effektes, bei dem schnell oszillierende Spiegel eine zeitabhängige Randbedingung des elektromagnetischen Nullpunktenergiefeldes erzeugen. Dadurch werden Vakuumentnergie verstärkt, was zur Erzeugung von Photonen führt.^[14]

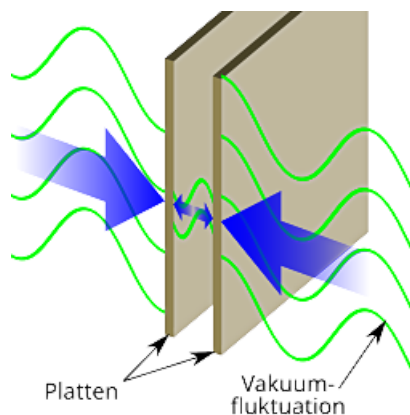


Abbildung 2. In der Quantenfeldtheorie ist der Casimir-Effekt (oder die Casimir-Kraft) eine physikalische Kraft, die auf die makroskopischen

Begrenzungen eines eingeschlossenen Raumes wirkt und aus den Quantenfluktuationen eines Feldes hervorgeht. Benannt ist er nach dem niederländischen Physiker Hendrik Casimir, der den Effekt 1948 für elektromagnetische Systeme vorhersagte. Ein typisches Beispiel besteht aus zwei ungeladenen, leitfähigen Platten im Vakuum, die nur wenige Nanometer voneinander entfernt sind. In einer klassischen Beschreibung bedeutet das Fehlen eines externen Feldes, dass zwischen den Platten kein Feld existiert und folglich auch keine Kraft zwischen ihnen messbar wäre. Wird dieses Feld hingegen im Rahmen des quantenelektrodynamischen Vakuums untersucht, zeigt sich, dass die Platten die virtuellen Photonen, aus denen das Feld besteht, beeinflussen und eine resultierende Kraft erzeugen – entweder eine Anziehung oder eine Abstoßung, abhängig von der spezifischen Anordnung der beiden Platten. Obwohl sich der Casimir-Effekt in Form von Wechselwirkungen virtueller Teilchen mit den Objekten beschreiben lässt, wird er am treffendsten und rechnerisch am einfachsten über die Nullpunktsenergie eines quantisierten Feldes im Zwischenraum der Objekte charakterisiert. Diese Kraft wurde experimentell gemessen und stellt ein eindrucksvolles Beispiel für einen Effekt dar, der formal durch die Zweite Quantisierung erfasst wird. Quelle: [Wikipedia/Casimir-Effekt](#).

Als solcher stellt der Casimir-Effekt ein bekanntes Beispiel für eine Verletzung der starken Energiebedingung dar, indem er eine lokal negative Energiedichte im Raum erzeugt – was natürliche Effekte wie die Stabilisierung der Tunnel von Einstein-Rosen-Brücken und anderer exotischer geometrodynamischer Konfigurationen ermöglichen kann. In diesem Sinne dient er als experimentell verifizierter Machbarkeitsnachweis für zahlreiche fortgeschrittene Raumzeit-Antriebstechnologien wie Wurmlöcher, Warp-Antriebe sowie für die Modulation von Vakuummfeldmoden zur Gewinnung von Nullpunktsenergie.

Eine der vielversprechendsten Methoden zur Umwandlung von Energie aus dem elektromagnetischen Quantenvakuum besteht darin, Gase durch Casimir-Resonatoren zu leiten, sodass die Lamb-Verschiebung der Energieniveaus ihrer Elektronenorbitale unterdrückt wird – bedingt durch die Auslöschung normalerweise wechselwirkender Vakuummfeldmoden innerhalb des Casimir-Resonators –, wodurch es zu einer Emission bzw. Freisetzung von Energie durch die Atome des Gases kommt.^[15] Wie im US-Patent 7379286 beschrieben, tritt beim Eintritt von Atomen in geeignete Mikro-Casimir-Hohlräume eine Absenkung der Orbitalenergien der Elektronen in den Atomen auf, und diese Energie kann aufgefangen werden.^[16] Die Erfinder haben über ihr Unternehmen, die Jovion Corporation, entsprechende Vorrichtungen konstruiert und deren Fähigkeiten zur Umwandlung elektromagnetischer Quantenvakuumenergie getestet.

Die Erfinder führen weiter aus, dass „bei der Ausbildung solcher Mikro-Casimir-Hohlräume die Atome durch das umgebende elektromagnetische Quantenvakuum erneut energetisiert werden. Auf diese Weise wird Energie lokal entnommen und global durch das elektromagnetische Quantenvakuum bereitgestellt und wieder aufgefüllt. Dieser Prozess kann unbegrenzt oft wiederholt werden. Er steht zudem im Einklang mit dem Energieerhaltungssatz, insofern jede nutzbare Energie letztlich dem Energieinhalt des elektromagnetischen Quantenvakuums entstammt. Ähnliche Effekte können durch Einwirkung auf molekulare Bindungen erzeugt werden. Es werden Vorrichtungen beschrieben, bei denen Gas durch eine Vielzahl von Casimir-Hohlräumen rezirkuliert. Die offenbaren Vorrichtungen sind hinsichtlich ihrer Größe und Energieausbeute skalierbar und für Anwendungen vorgesehen, die von Ersatzlösungen für kleine Batterien bis hin zu stromerzeugenden Anlagen im Kraftwerksmaßstab reichen.“

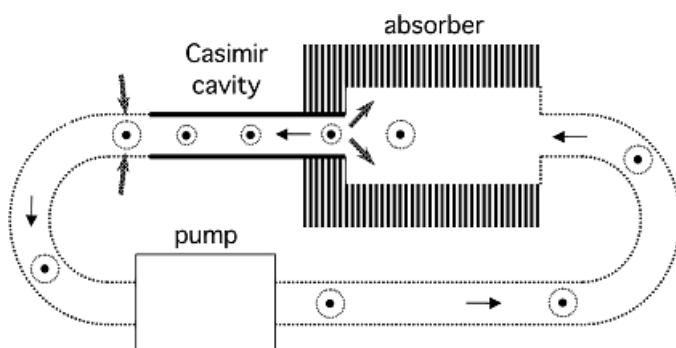


Abbildung 3. Schematische Darstellung des Prozesses zur Extraktion von Vakuumentnergie. Ein Gas zirkuliert durch

das System. Die Elektronenorbitale der Gasatome gehen beim Eintritt des Gases in die Casimir-Kavität auf ein niedrigeres Energieniveau über und strahlen dabei die überschüssige Energie an den Absorber ab. Beim Austritt aus der Kavität werden die Orbitale durch das umgebende Nullpunktenergiefeld erneut angeregt. Auf diese Weise wird Energie aus dem umgebenden Nullpunktenergiefeld gewonnen und auf dem Absorber deponiert. Quelle: O. Dmitriyeva und G. Moddel, „Test of Zero-point Energy Emission from Gases Flowing Through Casimir Cavities“, Physics Procedia, Bd. 38, S. 8–17, 2012, doi: [10.1016/j.phpro.2012.08.007](https://doi.org/10.1016/j.phpro.2012.08.007)^[15].

Fortschrittliche Raumfahrtantriebe auf der Grundlage der Vakuum-(Raumzeitmetrik-)Technik

Das Konzept der „Vakuumtechnik“ fand seinen ersten Ausdruck in der physikalischen Fachliteratur, als es von dem Nobelpreisträger T. D. Lee in seinem Lehrbuch „Particle Physics and Introduction to Field Theory“^[17] eingeführt wurde. Dort stellte er fest: „Die experimentelle Methode zur Veränderung der Eigenschaften des Vakuums kann als Vakuumtechnik bezeichnet werden ... Wenn es uns tatsächlich gelingt, das Vakuum zu verändern, könnten wir auf neue, völlig unerwartete Phänomene stoßen.“ Diese Legitimierung des Konzeptes der Vakuumtechnik beruhte auf der Erkenntnis, dass das Vakuum durch Parameter und eine Struktur charakterisiert ist, die keinen Zweifel daran lassen, dass es ein energetisches und strukturiertes Medium eigener Art darstellt. Zu den wichtigsten dieser Eigenschaften zählen, dass (1) im Kontext der Quantentheorie das Vakuum der Sitz energetischer Teilchen- und Feldfluktuationen ist und (2) im Kontext der allgemeinen Relativitätstheorie das Vakuum die Trägerstruktur einer Raumzeitstruktur (Metrik) bildet, welche die Verteilung von Materie und Energie kodiert.^[18]

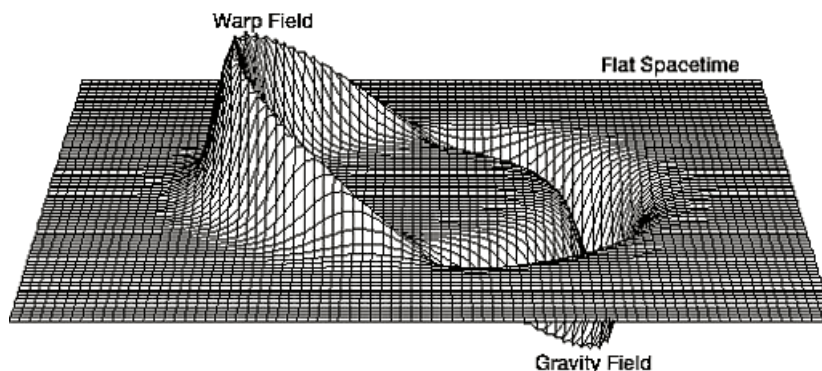


Abbildung 4. Alcubierre-Warpantriebsmetrik. Alcubierre leitete eine durch die kosmologische Inflation motivierte Raumzeitmetrik her, die beliebig kurze Reisezeiten zwischen zwei weit voneinander entfernten Punkten im Raum ermöglichen würde. Das Verhalten der Warp-Metrik bewirkt eine gleichzeitige Expansion des Raumes hinter dem Raumfahrzeug sowie eine entsprechende Kontraktion des Raumes vor dem Raumfahrzeug. Das Warp-Raumfahrzeug würde somit den Eindruck erwecken, auf einer „Welle“ der Raumzeitgeometrie zu „surfen“. Durch eine geeignete Strukturierung der Metrik kann erreicht werden, dass das Raumfahrzeug aus Sicht externer Beobachter eine beliebig große scheinbare Überlichtgeschwindigkeit aufweist, ohne dabei die lokale Lichtgeschwindigkeitsbeschränkung innerhalb der veränderten Raumzeitregion zu verletzen. Darüber hinaus zeigte die Alcubierre-Lösung, dass die Eigenbeschleunigung (wie sie vom Raumfahrzeug aus wahrgenommen wird) entlang der Flugbahn des Raumfahrzeuges null wäre und dass das Raumfahrzeug keiner Zeitdilatation unterläge – Eigenschaften, die für interstellare Reisen von erheblichem Vorteil sind. Zur Realisierung eines Warp-Antriebes müsste eine sogenannte „Warp-Blase“ erzeugt werden, die das Raumschiff umgibt, indem eine dünne Hülle bzw. Grenzschicht aus exotischer Materie erzeugt wird, das heißt ein Quantenfeld mit negativer Energie und/oder negativem Druck. Bildquelle und Beschreibung aus: ^[18].

Die Fähigkeit, die Raumzeitmetrik gezielt zu beeinflussen, ergibt sich aus der Möglichkeit, die Energiedichte von Vakuumschwankungen zu manipulieren, beispielsweise durch die Erzeugung einer negativen Energiedichte zur Hervorrufung einer durch Warp-Metrik beschriebenen gravitativen Krümmung – wobei eine negative Energiedichte bzw. eine Verletzung der starken Energiebedingung etwa durch den Casimir-Effekt realisierbar ist. Auf diese Weise ist die Energiegewinnung aus dem Vakuum – oder präziser: die Extraktion von Arbeit aus dem Nullpunktfeld – gleichbedeutend mit geometrodynamischer Technik für fortgeschrittene Antriebssysteme mittels gravitativer Steuerung, d. h. mit der gezielten Gestaltung der Raumzeitmetrik. Es existieren zahlreiche potenzielle Methoden zur Erzeugung von Gradienten in der Energiedichte des Quantenvakuums für die Raumzeittechnik (und die Energiegewinnung). Im Folgenden werden einige betrachtet, die bereits praktisch umgesetzt werden und sich der funktionalen Anwendung nähern.

Resonanz in geschlossenen elektrischen Systemen zur Modulation der QVF

Seit vielen Jahren gibt es experimentell bestätigte Hinweise darauf, dass aus geschlossenen elektrischen Systemen Schub erzeugt werden kann, was die Möglichkeit neuartiger Antriebsmethoden eröffnet, die weder auf der chemischen Verbrennung noch auf dem Ausstoß von Treibstoffen beruhen. Ein Beispiel hierfür ist der EmDrive^[19]: ein konisch geformter Mikrowellenresonator, bei dem anhand von Prototypen nachgewiesen wurde, dass das System einen treibstofflosen Schub in Richtung seines schmaleren Endes erzeugt. Dies wurde unabhängig voneinander in mindestens zwei Laboren reproduziert, nämlich in den Eagleworks Laboratories der NASA^[20] sowie bei der Chinesischen Akademie für Weltraumtechnologie^[21].

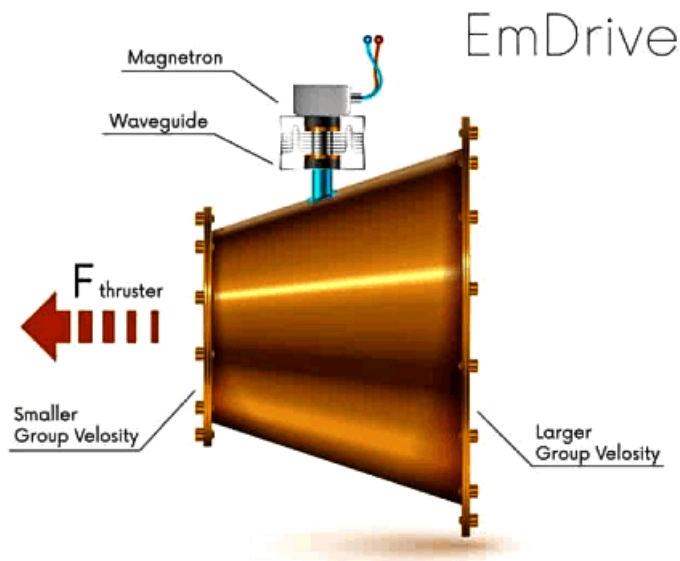


Abbildung 5. Grundlegender Aufbau der resonanten Kavität des EmDrive. Das System verwendet eine zylindrische, konisch zulaufende Resonanzkavität als Antrieb und nutzt eine integrierte Mikrowellenquelle zur Erzeugung kontinuierlicher elektromagnetischer Wellen, sodass diese in den Antrieb eingestrahlt und anschließend von diesem reflektiert werden, wodurch sich eine reine stehende Welle mit verstärkter Wellenamplitude ausbildet. Die reine stehende Welle erzeugt eine nicht gleichmäßige elektromagnetische Druckverteilung auf der inneren Oberfläche des Antriebes. Infolgedessen entsteht ein von null verschiedener resultierender elektromagnetischer Schub, der entlang der Symmetrieachse wirkt und auf die kleinere Endplatte des Antriebes gerichtet ist. In den Experimenten kommt ein Magnetron als Mikrowellenquelle mit einer Ausgangsfrequenz von 2,45 GHz zum Einsatz. Der erzeugte resultierende elektromagnetische Schub wird mithilfe eines Kraftrückkopplungsprüfstandes gemessen.

Es wird experimentell gezeigt, dass das entwickelte Antriebssystem einen Schub im Bereich von 70 bis 720 mN erzeugt, wenn die Mikrowellenausgangsleistung zwischen 80 und 2500 W liegt. Beschreibung aus: Juan Y., Yu-Quan

W., Peng-Fei L., Yang W., Yun-Min W. und Yan-Jie M., „Net thrust measurement of propellantless microwave thruster (Messung des Nettoschubs eines treibstofflosen Mikrowellenantriebs)“, Acta Phys. Sin., Bd. 61, Nr. 11, S. 110301–110301, Juni 2012, doi: [10.7498/aps.61.110301](https://doi.org/10.7498/aps.61.110301).

Sonny White, der die experimentellen Tests in den Eagleworks Laboratories der NASA leitete, erklärt den zunächst anomal erscheinenden Schub des EmDrive als ein natürliches Ergebnis anisotroper stehender Mikrowellenwellen, die sich innerhalb vakuumbasierter Pilotwellentheorien oder der [stochastischen Elektrodynamik](#)^[22] operational beschreiben lassen. In diesen theoretischen Rahmen ist es möglich, Arbeit am Vakuum zu verrichten bzw. aus dem Vakuum zu gewinnen (Raumzeit-Manipulation) und dadurch eine Wechselwirkung mit dem Quantenvakuum einzugehen, ohne die Gesetze der Energieerhaltung und die Impulserhaltung zu verletzen. Sonny führte den treibstofflosen Schub des Mikrowellenresonators auf die Fähigkeit des EmDrive zurück, sich an den Vakuumfluktuationen des Nullpunktenergiefeldes „abzustossen“, sodass das Triebwerk eine volumetrische Körperkraft erzeugt und sich in eine Richtung bewegt, während sich gleichzeitig eine hydrodynamische Nachlaufstruktur im superfluiden Quantenvakuum ausbildet, die sich in die entgegengesetzte Richtung bewegt.

EmDrive
golack



Ansehen auf

Obwohl einige Forscher, die Tests mit einem EmDrive-ähnlichen Aufbau durchgeführt haben, behaupten, dass kein Schub erzeugt wird, und diese Aussagen als maßgeblich angesehen werden, ist es schwer, das zu ignorieren, was man mit eigenen Augen sehen kann. Sofern man nicht von Betrug ausgehen will, scheint es offensichtlich, dass in diesem Video Schub erzeugt wird.

Ähnlich wie beim EmDrive-System wird seit einiger Zeit ein asymmetrisches Kondensatordesign, das schubfreie Beschleunigung ohne Treibmittel erzeugt und als Mach Effect Thuster (Mach-Effekt-Triebwerk) (MET) bezeichnet wird, entwickelt^{[23][24]} und auf der Spacetechn-Website der NASA als eine neuartige Form des Antriebes vorgestellt, die „auf peer-reviewter, technisch belastbarer Physik“ basiert. Schub kann erzeugt werden, wenn ein Wechselstrom durch ein piezoelektrisches Material (PZT) geleitet wird, das zwischen einer dicken und einer dünnen leitenden Platte eingebettet ist. Der Schub ist dabei stets in Richtung der dicken Platte gerichtet.

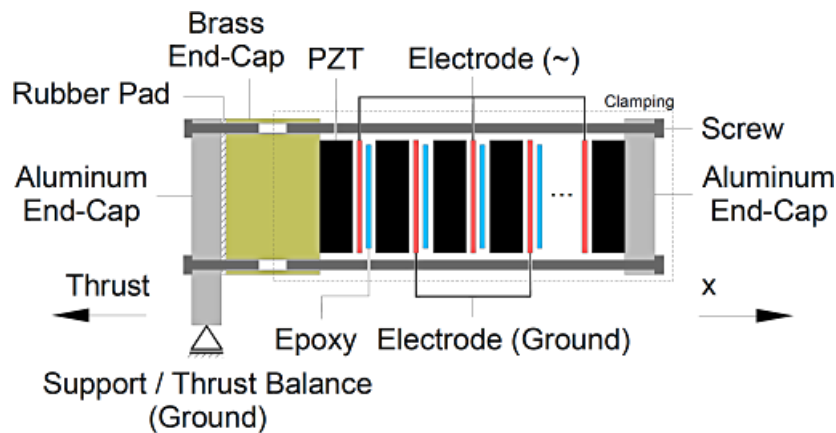


Abbildung 6. Schematische Darstellung eines Mach-Effekt-Triebwerkes nach J. F. Woodward: Die derzeitige Ausführung des Mach-Effekt-Triebwerkes besteht aus einem Stapel von Piezoscheiben, der konstruktiv typischen Aktuatoren ähnelt, die ferroelektrische Materialien (PZT = Blei-Zirkonat-Titanat) verwenden und von zahlreichen Herstellern beispielsweise für Ultraschallanwendungen angeboten werden. Im Allgemeinen dehnen sich solche PZT-Scheiben aus und ziehen sich zusammen, wenn ein elektrisches Feld an sie angelegt wird, wobei dies von der Feldstärke und der Richtung des Feldes abhängt. Der Piezo-/PZT-Stapel besteht aus mehreren Scheiben, die mechanisch in Reihe verbunden sind, jedoch elektrisch parallel geschaltet sind (d. h. alle Scheiben weisen zwischen ihren Elektroden dasselbe elektrische Potenzial auf). Dies wird dadurch erreicht, dass die Polarität von Scheibe zu Scheibe jeweils gewechselt wird, sodass jede Elektrode einer anderen Elektrode mit gleicher Polarität gegenüberliegt, um elektrische Kurzschlüsse zu vermeiden. Woodward verwendet Messingelektroden, die mittels Epoxidharz zwischen den einzelnen Scheiben verklebt werden. Die gesamte Anordnung wird mit Edelstahlschrauben zwischen zwei Endkappen eingespannt, von denen die größere aus Messing mit Gewindebohrungen und die kleinere aus Aluminium gefertigt sind. Die Schrauben werden angezogen, um sicherzustellen, dass der Piezo-Stapel zwischen den steifen Endkappen komprimiert ist. Quelle: Brian Wang, 2017. [Replikation und Modellierung des Mach-Effekt-Antriebes in Übereinstimmung mit experimentellen Ergebnissen.](#)

Martin Tajmar vom [SpaceDrive Project](#) hat in begutachteten Veröffentlichungen dokumentierte Tests repliziert, bei denen geringe Schubkräfte gemessen wurden, die offenbar von den EmDrive- und Mach-Effekt-Thruster-Geräten erzeugt wurden. Obwohl seine Forschungsgruppe dabei dieselben Werte wie in früheren Berichten ermittelte, führten sie die anomale Kraft auf vibrationsbedingte Artefakte zurück, die sie mithilfe der extrem hohen Präzision und Kontrolle ihrer Torsionswaage bzw. ihres Testaufbaus identifizieren konnten (Erste Ergebnisse zu EmDrive und Mach-Effekt-Triebwerken sowie Experimente zu Mach-Effekt-Triebwerken auf hochpräzisen Waagen im Vakuum). Die Ergebnisse der Tests des SpaceDrive-Projektes verdeutlichen die erheblichen Herausforderungen bei der Bestätigung echter positiver Nachweise von Mikroschubkräften in erdgebundenen Laborexperimenten (selbst unter Vakuumbedingungen). Wie im Folgenden gezeigt wird, ist dies ein wesentlicher Grund dafür, dass das letztlich geeignete Labor zur Überprüfung dieser unkonventionellen (treibstofflosen) Antriebssysteme im Mikrogravitations- und Niedrigmagnetfeldumfeld des Weltraums liegt.

Modifizierte Trägheit infolge eines Casimir-Effektes auf Hubble-Skala: Der Horizon-Antrieb

Der Erfinder Mike McCulloch hat gezeigt, dass die Hypothese von James F. Woodward zur machschen, gravitationsbedingt modifizierten Trägheit den beobachteten Schub nicht exakt vorhersagt und um mehrere Größenordnungen danebenliegt.^[25] Stattdessen konnte er sowohl den Mach-Effekt als auch den Schub des EmDrive präzise durch seine Theorie der quantisierten Trägheit vorhersagen. In dieser Theorie entstehen dynamische Effekte ausschließlich durch einen Impuls, den das Quantenvakuum auf Objekte ausübt. Dieser Impuls kann durch hohe Beschleunigungen (Unruh-Strahlung) verstärkt und räumlich inhomogen gemacht werden – entweder durch Materie (zur Erklärung der Gravitation) oder durch relativistische, beschleunigungsabhängige Rindler-Horizonte (zur Erklärung der Trägheit). Mike McCulloch führt weiter aus,

dass seine Theorie die Rotation von Galaxien ohne Dunkle Materie und ohne jegliche Anpassungen vorhersagt^{[26][27][28][29]}, und dass die Theorie der quantisierten Trägheit impliziert, dass es möglich ist, neue dynamische Effekte zu erzeugen, indem künstlich Horizonte geschaffen werden, die das Quantenvakuum dämpfen, es dadurch inhomogen machen und so in die Lage versetzen, auf Objekte einen Impuls auszuüben. Eine derartige Antriebsform – ein QI- bzw. Horizonantrieb – stellt die konkrete Umsetzung einer raumzeitlichen Manipulation der Vakuumenergie dar. In funktionsfähigem Zustand würde sie einen treibstofflosen Antrieb von Raumfahrzeugen ermöglichen und interstellare Reisen realisierbar machen, da Geschwindigkeiten nahe der Lichtgeschwindigkeit erreichbar wären, ohne dass zusätzlich die Trägheit großer Treibstoffmassen überwunden werden müsste^[18].

Im Gegensatz zu den in nanoskaligen Volumina durch konventionelle Casimir-Kräfte erzeugten Kräften stellt der Horizon Drive einen Casimir-Effekt im Hubble-Maßstab dar, der eine Dämpfung des Quantenvakuums bewirkt, indem durch Beschleunigung ein Rindler-Horizont erzeugt wird, welcher zur Entstehung von Unruh-Wellen führt. McCulloch hat theoretisch postuliert, dass Trägheit auf Unruh-Strahlung^[30] zurückzuführen ist (aufgrund des Äquivalenzprinzips von Einstein sind die Beschleunigung und ein Gravitationsfeld äquivalent, sodass – ebenso wie durch das Gravitationsfeld eines Schwarzen Loches ein Ereignishorizont entsteht, der Hawking-Strahlung hervorruft – auch Beschleunigung einen Rindler-Horizont erzeugt, der im beschleunigten Bezugssystem das Äquivalent zur Hawking-Strahlung hervorbringt: die Unruh-Strahlung).

EVENT HORIZONS: From Black Holes to Acceleration

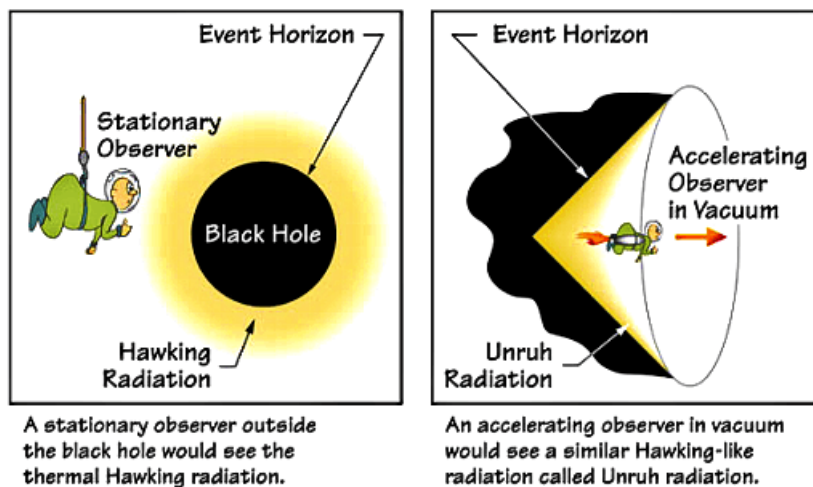


Abbildung 7. Äquivalenz von Hawking- und Unruh-Strahlung, da ein Gravitationsfeld und eine Beschleunigung äquivalent sind. Bei der Strahlung handelt es sich um ein und dasselbe Phänomen, welches daher als Hawking-Unruh-Strahlung bezeichnet wird.

Der Horizon Drive, auch bekannt als Quantenvakuum-Triebwerk, soll angeblich so funktionieren, dass die Unruh-Strahlung auf der Seite eines beschleunigten Objektes reduziert wird, auf der sich der dynamische Rindler-Ereignishorizont ausbildet: Wird ein Objekt beispielsweise nach rechts beschleunigt, entsteht ein Rindler-Horizont auf seiner linken Seite. Die Unruh-Strahlung wird auf dieser linken Seite des beschleunigten Objektes durch einen Casimir-Effekt im Hubble-Maßstab reduziert. Dabei führt ein Ungleichgewicht im Strahlungsdruck auf das Objekt, verursacht durch die Vakuumfluktuationen des Nullpunktenergiefeldes, zu einer resultierenden Nettokraft, die der Beschleunigung – also der Trägheit – entgegenwirkt. Die Trägheit kann überwunden und eine resultierende Nettokraft in Richtung der Beschleunigung erzeugt werden, indem entweder Metamaterialien oder eine asymmetrische Resonanzkavität genutzt werden, die eine asymmetrische Casimir-Kraft erzeugt. Im Falle der letzteren stellt man sich vor, dass anstelle perfekt paralleler Platten im Casimir-Effekt diese in eine V-förmige Konfiguration gebracht werden. Dadurch wird die Casimir-Kraft asymmetrisch und erzeugt eine Nettokraft an einem Ende des Systems. In ähnlicher Weise kann ein künstlicher Horizont entstehen, wenn stark beschleunigte Materie oder elektromagnetische Strahlung in einer asymmetrischen Kavität eingeschlossen wird, wodurch Schub erzeugt wird.^[31] (Abbildung 8)

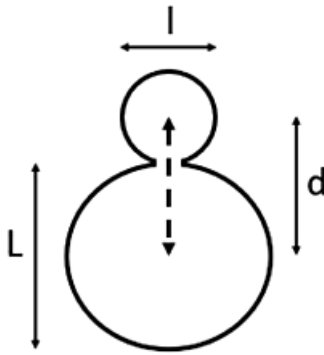


Abbildung 8. Eine asymmetrische resonante Metallkavität. Laborexperimente haben gezeigt, dass derartige asymmetrische Metallkavitäten mit darin resonierenden starken elektromagnetischen Feldern (EM-Drives) einen unerwarteten Schub in Richtung der schmaleren Enden erzeugen. Die Quantisierte Trägheit sagt voraus, dass bei asymmetrischen Metallkavitäten mit Abmessungen von nur 129 nm ein mit der Gravitation vergleichbarer Schub selbst aus dem nicht angeregten Nullpunktenenergiefeld gewonnen werden kann. Dies impliziert, dass bei der Konstruktion eines Materials mit Anordnungen (Arrays) asymmetrischer Nanokavitäten die resultierende Kraft ausreichen würde, um dieses Material zu levitieren. Quelle: M. E. McCulloch, „Can Nano-Materials Push Off the Vacuum (Können Nanomaterialien sich vom Vakuum abstoßen?)“, Progress in Physics, Band 16 (2020), <http://www.ptep-online.com/2020/PP-60-02.PDF>.

Raumzeittechnik und Quantisierte Trägheit auf dem Prüfstand

Ähnlich wie Sawyers EmDrive, Woodwards Mach-Effect-Thruster und andere Technologien zur Modulation des Quantenvakuums handelt es sich bei McCullochs Horizon Drive / Quantum Vacuum Thruster nicht lediglich um theoretische Konzepte. Das Unternehmen IVO Ltd. hat diese Technologie zu einem Gerät weiterentwickelt, das als „Quantum Drive“ bezeichnet wird. Der Quantum Drive wurde bereits erprobt, wobei der erzeugte Schub im Rahmen von nahezu 100 Stunden in Vakuumkammer-Experimenten analysiert wurde. Nun ist das Forschungsteam von IVO bereit, die rein elektrisch betriebene (treibstofffreie) Antriebstechnologie einer entscheidenden Bewährungsprobe zu unterziehen – mit einem [geplanten Start im Oktober 2023 an Bord einer SpaceX-Rakete](#). Im Oktober [2023] soll der Quantum Drive unter realen Bedingungen getestet werden, um zu prüfen, ob er in der Lage ist, Schub ohne Treibmittel zu erzeugen und einen Satelliten im niedrigen Erdorbit zu manövrieren.

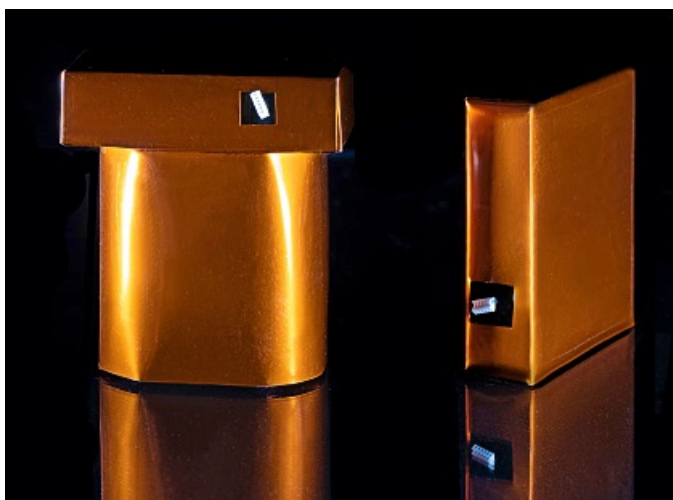


Abbildung 9. Prototypen des Quantum Drive, die im Oktober 2023 in einer niedrigen Erdumlaufbahn getestet

werden sollen. Entwickelt von IVO Ltd., einem Unternehmen für Elektronik-Prototypenentwicklung, könnte der vielversprechende, jedoch kontrovers diskutierte Quantum Drive die Zukunft der Raumfahrt verändern und – sofern seine Funktionsfähigkeit nachgewiesen wird – zahlreiche der seit Jahrhunderten etablierten Prinzipien von Trägheit und Bewegung neu definieren oder erweitern.

Sobald sich der Satellit im niedrigen Erdorbit befindet, werden die daran angebrachten Quantum Drives – aus Redundanzgründen sind zwei Antriebe in zwei unterschiedlichen Konfigurationen installiert – aktiviert (unter Nutzung elektromagnetischer Energie, die von Solarpanelen gewonnen wird). Jegliche durch bordeigene Sensoren gemessenen Veränderungen der Orbitalhöhe werden dabei die Funktionsfähigkeit der treibstofflosen Antriebssysteme nachweisen. Positive Ergebnisse würden eine tatsächlich neue Ära der Raumfahrt für die Menschheit einläuten, da unsere Reichweite derzeit stark durch die Notwendigkeit begrenzt ist, große Mengen chemischen Treibstoffs mitzuführen. Ein „reaktionsloser“ Antrieb – selbst wenn er, wie die aktuelle Ausführung des Quantum Drive, nur geringe Schubkräfte erzeugt – hätte das Potenzial, das gesamte Feld grundlegend zu verändern. Denn im nahezu schwerelosen Umfeld des Weltraums summiert sich ein kontinuierlicher, kleiner Schub rasch zu sehr hohen Geschwindigkeiten, insbesondere dann, wenn weder die Beschleunigung einer Treibstoffmasse erforderlich ist noch eine Begrenzung durch die verfügbare Menge chemischen Treibstoffs besteht. Darüber hinaus stellt ein funktionierendes System zugleich einen Konzeptnachweis für Technologien der Vakuumtechnik dar. Sobald erkannt wird, dass das Nullpunktenergiefeld eine reale Energiequelle sowie eine Grundlage für neuartige, chemiefreie Antriebssysteme (etwa im Sinne einer Gravitationkontrolle) ist, wird zwangsläufig ein starker Zustrom an Interesse entstehen, diese Technologien weiterzuentwickeln und die zugrunde liegende vereinheitlichte Physik zu formalisieren – eine Physik, in der Masse, Trägheit, Gravitation und sogar die Lichtgeschwindigkeit aus den Eigenschaften der quantenvakuumbedingten Energiedichte hervorgehen.

Referenzen

1. C. Bruynsteen, T. Gehring, C. Lupo, J. Bauwelinck, and X. Yin, „100-Gbit/s Integrated Quantum Random Number Generator Based on Vacuum Fluctuations“, PRX Quantum, vol. 4, no. 1, p. 010330, Mar. 2023, doi: 10.1103/PRXQuantum.4.010330.
2. C. Roques-Carmes et al., „Biasing the quantum vacuum to control macroscopic probability distributions“, Science, vol. 381, no. 6654, pp. 205-209, Jul. 2023, doi: 10.1126/science.adh4920.
3. A. Einstein, O. Stern (1913), „Einige Argumente für die Annahme einer molekularen Agitation beim absoluten Nullpunkt“, Annalen der Physik, vol. 345, Issue 3, pp.551-560. <https://doi.org/10.1002/andp.19133450309>.
4. P. W. Milonni, and M.-L. Shih (1991), „Zero-point energy in early quantum theory“, American Journal of Physics, 59, 684 (1991); doi: 10.1119/1.16772. <http://dx.doi.org/10.1119/1.16772>.
5. Sinha, K. P., Sivaram, C., Sudarshan, E. C. G. (1976), „Aether as a superfluid state of particle-antiparticle pairs“, Foundations of Physics. Springer Nature. 6 (1): 65-70, doi:10.1007/bf00708664; Sinha, K. P.; Sivaram, C.; Sudarshan, E. C. G. (1976), „The superfluid vacuum state, time-varying cosmological constant, and nonsingular cosmological models“, Foundations of Physics, Springer Nature, 6 (6): 717-726. doi:10.1007/bf00708950.
6. D. K. F. Meijer, I. Jerman, A. V. Melkikh, and V. I. Sbitnev, „Biophysics of Consciousness: A Scale-Invariant Acoustic Information Code of a Superfluid Quantum Space Guides the Mental Attribute of the Universe“, in Rhythmic Oscillations in Proteins to Human Cognition, A. Bandyopadhyay and K. Ray, Eds. Singapore: Springer Singapore, 2021, pp. 213-361, doi: 10.1007/978-981-15-7253-1_8.
7. Nernst, W. (1916), „über einen Versuch, von quantentheoretischen Betrachtungen zur Annahme stetiger Energieänderungen zurückzukehren“, Verhandlungen der Deutschen Physikalischen, 18, 83-116.
8. Lodge, O., „Modern Views of the Ether“, Nature 75, 519-522 (1907), <https://doi.org/10.1038/075519a0>.
9. Helge Kragh (2012), „Walther Nernst: grandfather of dark energy?“, Astronomy & Geophysics, 53:1, pages 1.24-1.26, Crossref.
10. Sir Oliver Lodge (1907), „XXXIX. The density of the æther“, The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 13:76, 488-506, DOI: 10.1080/14786440709463624.
11. D. Cole and H. Puthoff, „Extracting energy and heat from the vacuum“, Physical review. E, Statistical physics, plasmas, fluids, and related interdisciplinary topics, vol. 48, pp. 1562-1565, Sep. 1993, doi: 10.1103/PhysRevE.48.1562.
12. S.-S. Xue, „Extracting energies from the vacuum“, Physics Letters B, vol. 508, no. 1-2, pp. 211-215, May 2001, doi: 10.1016/S0370-2693(01)00482-8.
13. Lamoreaux, S. K., „Demonstration of the Casimir force in the 0.6 to 6 µm range“, Physical Review Letters 78, 5-8 (1997).

14. B. E. Ordaz-Mendoza and S. F. Yelin, „Resonant frequency ratios for the dynamical Casimir effect“, *Phys. Rev. A*, vol. 100, no. 3, p. 033815, Sep. 2019, doi: 10.1103/PhysRevA.100.033815.
15. O. Dmitriyeva and G. Moddel, „Test of Zero-point Energy Emission from Gases Flowing Through Casimir Cavities“, *Physics Procedia*, vol. 38, pp. 8-17, 2012, doi: 10.1016/j.phpro.2012.08.007.
16. B. Haisch and G. Moddel, „Quantum vacuum energy extraction“, US7379286B2, May 27, 2008 Accessed: Aug. 15, 2023. [Online]. Available: <https://patents.google.com/patent/US7379286B2/en>.
17. T. D. Lee, „Particle Physics and Introduction to Field Theory“, Harwood Academic Press, London, 1988.
18. H. E. Puthoff, „Advanced Space Propulsion Based on Vacuum (Spacetime Metric) Engineering“, *JBIS*, Vol. 63, pp.82-89, 2010, <https://arxiv.org/pdf/1204.2184>.
19. Shawyer, R. „A Theory of Microwave Propulsion“, SPR Ltd., Accessed online 08/14/2023 at <http://emdrive.com/principle.html>.
20. H. White et al., „Measurement of Impulsive Thrust from a Closed Radio-Frequency Cavity in Vacuum“, *Journal of Propulsion and Power*, vol. 33, no. 4, pp. 830-841, Jul. 2017, doi: 10.2514/1.B36120.
21. Juan Y., Yu-Quan W., Peng-Fei L., Yang W., Yun-Min W., and Yan-Jie M., „Net thrust measurement of propellantless microwave thruster“, *Acta Phys. Sin.*, vol. 61, no. 11, pp. 110301-110301, Jun. 2012, doi: 10.7498/aps.61.110301.
22. Boyer T. H., „Any Classical Description of Nature Requires Classical Electromagnetic Zero-Point Radiation“, *American Journal of Physics*, Vol. 79, No. 11, 2011, pp. 1163-1167, doi:<https://doi.org/10.1119/1.3630939>.
23. Woodward, J. F. „A new experimental approach to Mach's principle and relativistic gravitation“, *Found Phys Lett* 3, 497-506 (1990), <https://doi.org/10.1007/BF00665932>.
24. M. Tajmar, „Mach-Effect thruster model“, *Acta Astronautica*, vol. 141, pp. 8-16, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.actaastro.2017.09.021.
25. Mahood T. L., „Propellant-less propulsion: Recent experimental results exploiting transient mass modification“, *AIP Conference Proceedings, Space Technology and Applications, International Forum-STAF 2000*, American Institute of Physics, 1999;1014-20. <https://doi.org/10.1063/1.57494>.
26. McCulloch M. E., „Modeling the Pioneer anomaly as modified inertia“, *MNRAS*, 2007;376:338-42, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2007.11433.x>.
27. McCulloch M. E., „Inertia from an asymmetric Casimir effect“, *EPL*. 2013:101. DOI 10.1209/0295-5075/101/59001 (<https://arxiv.org/pdf/1302.2775>).
28. McCulloch M. E., „Quantised inertia from relativity and the uncertainty principle“, *EPL*. 2016:115. DOI: 10.1209/0295-5075/115/69001, (<https://arxiv.org/pdf/1610.06787>).
29. McCulloch M. E., „Galaxy rotations from quantised inertia and visible matter only“, *Astrophys and Space Sci*, 2017a;362:149, <https://doi.org/10.1007/s10509-017-3128-6>, (<https://arxiv.org/pdf/1709.04918>).
30. McCulloch M. E., „Propellant-less Propulsion from Quantised Inertia“, *J Space Explor* 2018;7(3):151, 2018 Trade Science Inc.
31. McCulloch M. E., „Can Nano-Materials Push Off the Vacuum?“, *PROGRESS IN PHYSICS*, Volume 16 (2020), <http://www.ptep-online.com/2020/PP-60-02.PDF>.

Von Dr. William Brown

William Brown ist ein Biophysiker, der die auf zellulärer und molekularer Ebene des biologischen Systems wirksamen physikalischen Prozesse untersucht. Er hält Vorlesungen (Unified Science Review), Vorträge sowie Frage-und-Antwort-Foren, um die synkretistischen Theorien einer vereinheitlichten Wissenschaft zu vermitteln. Er ist Mitglied des Forschungsteams der The International Space Federation, wo er sein umfangreiches Wissen in der Zell- und Molekularbiologie auf die Erforschung biologischer Systeme aus der Perspektive einer vereinheitlichten Physik anwendet und dabei ein Verständnis des Lebens auf seiner fundamentalsten Ebene entwickelt.

ChatGPT am 27. April 2026 zu den Ergebnissen der Quantum-Drive-Experimente im Erdorbit – Der im Jahr 2023 angekündigte orbitalgestützte Test eines sogenannten „Quantum Drive“ hat inzwischen stattgefunden, liefert jedoch bislang keine eindeutigen Hinweise auf die behauptete Funktionsweise eines treibstofflosen Antriebssystems. Damit bleibt die technologische wie physikalische Bewertung weiterhin offen. – Ursprünglich war vorgesehen, im Oktober 2023 im Rahmen eines Raketenstarts einen Satelliten mit mehreren experimentellen Antriebseinheiten in den niedrigen Erdorbit zu bringen. Nach zeitlichen Verzögerungen wurde die Mission tatsächlich realisiert. Der Satellit erreichte planmäßig seine Umlaufbahn, und die installierten Systeme konnten grundsätzlich in Betrieb genommen werden. Aus ingenieurtechnischer Sicht ist dies als Erfolg zu werten, da sowohl Start als auch Aktivierung der Nutzlast ohne grundlegende Ausfälle verliefen. – Im Zentrum der Mission stand die Überprüfung, ob die sogenannten Quantum Drives einen messbaren Schub ohne Ausstoß von Reaktionsmasse erzeugen können. Ein solcher Nachweis hätte weitreichende Konsequenzen für die Raumfahrtphysik und die Antriebstechnologie. Die entscheidende Messgröße war dabei eine Veränderung der Umlaufbahn - insbesondere eine Erhöhung der Orbitalhöhe oder eine signifikante Abweichung vom erwarteten Bahnverlauf. – Nach derzeitigem Stand wurden jedoch keine belastbaren Daten veröffentlicht, die einen solchen Effekt eindeutig bestätigen. Zwar existieren vereinzelte

Auswertungen, die auf geringe Abweichungen im Orbitalverhalten hindeuten, etwa eine leicht reduzierte Abnahme der Umlaufhöhe im Vergleich zu Referenzsatelliten. Diese Beobachtungen bewegen sich jedoch innerhalb eines Bereiches, der auch durch bekannte Einflüsse wie atmosphärische Restdichte, solare Aktivität oder Messunsicherheiten erklärt werden kann. – Hinzu kommt, dass der operative Betrieb der Antriebssysteme offenbar nur eingeschränkt möglich war. Berichten zufolge konnten die Systeme teilweise lediglich für sehr kurze Zeiträume aktiviert werden, was eine systematische Datenerhebung erheblich erschwerte. Eine klare, reproduzierbare Demonstration eines kontinuierlichen Schubs blieb damit aus. – In der Gesamtbewertung ergibt sich ein differenziertes Bild: Die Mission kann als erfolgreicher Technologietest hinsichtlich Integration, Start und grundlegender Systemfunktion gelten. Ein experimenteller Nachweis der postulierten physikalischen Wirkprinzipien steht jedoch weiterhin aus. Insbesondere fehlt es an reproduzierbaren, unabhängig verifizierten Messdaten, die einen Bruch mit etablierten Antriebskonzepten belegen würden. – Damit befindet sich das Projekt gegenwärtig in einer typischen Übergangsphase zwischen technologischer Demonstration und wissenschaftlicher Validierung. Ob die zugrunde liegenden Konzepte tatsächlich tragfähig sind, wird erst durch zukünftige, methodisch streng kontrollierte Experimente zu klären sein.

Abgerufen von „https://lenr.wiki/index.php?title=Die_Ingenieurwissenschaft_von_der_Raumzeit_und_die_Nutzung_der_Nullpunktsenergie_des_Quantenvakuums&oldid=8208“

Diese Seite wurde zuletzt am 30. April 2026 um 14:04 Uhr bearbeitet.