

A hand is shown holding the Earth in space. The Earth is in the center, with the Moon in the upper left corner. The background is a dark space filled with many bright stars. The hand is positioned as if it is supporting the Earth from below. The overall scene is a metaphorical representation of the Earth being held together or supported.

# Newton's Irrtum

Matthias Härtel

## **Newton's Irrtum**

1. [Vorwort](#)
2. [Kapitel 1](#)
3. [Kapitel 2](#)
4. [Kapitel 3](#)
5. [Kapitel 4](#)
6. [Kapitel 5](#)
7. [Kapitel 6](#)
8. [Kapitel 7](#)
9. [Kapitel 8](#)
10. [Kapitel 9](#)
11. [Schlusswort](#)
12. [Literaturverzeichnis](#)

# Vorwort

Als ich mein erstes Buch „Das Geheimnis unserer eiskalten Sonne“ schrieb, zog mich die Kosmologie fast unweigerlich in ihren Bann, so das mir fast gar nichts anderes übrig blieb, als mich mit diesem Thema noch einmal intensiv auseinander zusetzen, da es hier für mich noch zu viele offene Fragen gab.

Ich möchte hier auch noch einmal ausdrücklich erklären, dass ich kein Wissenschaftler und erst recht kein Physiker bin!

Ich bin ein Autodidakt und es mag auch vielen Menschen und vor allem eben auch Physikern als vermessen erscheinen, wenn ich es wage, die Physik anzugreifen, da man davon ausgehen kann, dass ich nur über ein marginales Allgemeinwissen über die theoretische Physik verfügen kann.

Und das ist auch richtig so, aber eben auch mein großer Vorteil, da ich vollkommen unvoreingenommen an mein jeweiliges Thema herangehe und nichts als meinen „gesunden Menschenverstand“ einerseits und das genauso berühmte „Bauchgefühl“ andererseits einsetze.

Das Ergebnis meiner neuesten Überlegungen wird Ihnen hier nun in meinem zweiten Buch präsentiert, in dem es diesmal nicht nur um unsere Sonne, sondern auch ganz speziell um das „Phänomen“ der Gravitation gehen soll, wobei uns hier aber unsere Sonne sozusagen hilfreich zur Seite stehen wird.

Wenn man sich mit dem Phänomen der sogenannten Gravitation, das kein Physiker erklären kann, etwas genauer beschäftigt, so stellen sich auch hier sofort Fragen über Fragen, die ich natürlich auch stelle und zu beantworten versuchen werde.

Man kommt in diesem Sinne auch nicht an der Frage nach einem Perpetuum Mobile vorbei, so das ich dieses natürlich auch sehr ausführlich abgehandelt habe, denn wer hat sich wohl als junger Mensch, konfrontiert mit dieser phantastischen Maschine, nicht so seine Gedanken darüber gemacht?

Auch wurde ich von verschiedenen Lesern meines ersten Buches ermutigt, doch hier noch einmal anzusetzen, da ihnen meine Gedankengänge zur Gravitation durchaus gefielen, so dass ich also mit meinem zweiten Buch auch einem Leserwunsch Rechnung tragen möchte.

Die Physik und auch die Kosmologie werden allgemein eigentlich als eher langweilige Themen empfunden, da ja bereits ALLES geklärt zu sein scheint.

Ich hoffe, das mit meinem, Ihnen nun hier vorliegenden zweiten Buch, dieses „langweilige“ Thema mit neuem Leben versehen werden konnte, denn es gibt noch so vieles da draußen, was wir Menschen nicht verstehen, so das wir auch niemals aufhören sollten unorthodoxe Fragen zu stellen.

In diesem Sinne

herzlichst

Ihr

Matthias Härtel

# Kapitel 1

Was ist eigentlich ein Perpetuum Mobile?

Bevor wir uns mit einem der Hauptthemen dieses Buches, also der Gravitation beschäftigen wollen, möchte ich erst einmal auf das nicht weniger interessante Thema Perpetuum Mobile eingehen.

Deshalb muss natürlich erst einmal geklärt werden, was ein Perpetuum Mobile eigentlich ist, bevor wir anfangen uns Gedanken darüber zu machen.

Oder besser gesagt, was es sein soll!

Denn bereits bei der Definition eines Perpetuum Mobile scheiden sich die Geister, wie der Dichter so schön sagt und wir werden auch gleich sehen warum.

Also, erst einmal die „orthodoxe“ Definition, wie sie zum Beispiel im Online-Lexikon Wikipedia angegeben ist:

„Ein Perpetuum Mobile (PM, lat. das „ununterbrochen Bewegliche“) ist eine Konstruktion, die, einmal in Gang gesetzt, ewig in Bewegung bleibt (und dabei unter Umständen noch Arbeit verrichten soll).

## Physikalische Unmöglichkeit des Perpetuum Mobile

Auf Grund von fundamentalen Erkenntnissen aus der Thermodynamik (einem Teilgebiet der Physik) gilt es seit langem als gesichert, dass ein Perpetuum Mobile nicht existieren kann; Theorien, welche die Existenz eines Perpetuum Mobile behaupten, gelten als Pseudowissenschaftlich. Heutige Vertreter solcher Theorien verwenden auch andere Bezeichnungen, zum Beispiel „Konverter für Freie Energie“.

Der Begriff „Perpetuum Mobile“ bezieht sich auf ein geschlossenes System, in dem gemäß dem Energieerhaltungssatz keine Energie entstehen oder verschwinden kann. Dies bedeutet, dass eine von selbst laufende Maschine, welche Energie produziert, streng genommen kein Perpetuum Mobile wäre. Im Sinne der Energieerhaltung würde diese nämlich kein geschlossenes System bilden. Mit anderen Worten: Wenn eine Maschine Energie aus dem Nichts erzeugen würde, dann muss es innerhalb der Physik diese Energie bereits in einer anderen Form zur Verfügung haben. Diese würde lediglich in eine neue Energieform umgewandelt werden.“

Und so weiter und sofort. Den Rest der Definition können wir uns getrost ersparen, da bereits am Anfang das Wichtigste gesagt wird.

Ein „echtes“ Perpetuum wäre also eine wie auch immer geartete Maschine, die eine wie auch immer geartete Energieart erzeugt, ohne dass eine Primärenergie zugeführt wird.

Rein theoretisch würde man diese Maschine also einmal starten und sie würde dann immerzu weiterlaufen und im Idealfall sogar noch Energie erzeugen, ohne dass ersichtlich ist, was diese Maschine antreibt, beziehungsweise welche Energie denn hier zugeführt wird.

Für die Physik ein schier unvorstellbares Ding, weshalb eben in der Definition auch gleich darauf hingewiesen wird, das ein „echtes“ Perpetuum nach den Gesetzen der Physik unmöglich herzustellen ist.

Gleichzeitig wird auf ein Dogma der Physik schlechthin, nämlich „dem geschlossenen System“ hingewiesen, das in der Physik immer als gegeben angesehen wird, angesehen werden muss, da ein „offenes System“ für die Physik keinen Sinn macht.

Das die Natur unserer Mutter Erde nur aus offenen Systemen besteht, scheint hierbei der Physik noch gar nicht aufgefallen zu sein.

Die Definition des Perpetuum Mobile ist also wirklich falsch, denn wenn schon von vorn herein feststeht das ein Perpetuum Mobile in einem geschlossenen System nicht funktionieren kann, wieso soll sich der Begriff Perpetuum Mobile dann auf ein geschlossenes System beziehen?

Was stimmt hier wohl nicht und wie ist man denn dann überhaupt auf die Idee eines Perpetuum Mobiles gekommen?

Seit wann geistert denn eigentlich dieser Begriff durch die Hirne von uns Menschen und speziell der Wissenschaftler?

Nun, um dies zu verdeutlichen, muss man schon etwas weiter ausholen, denn die Geschichte des Perpetuum Mobile ist nicht gerade neu, wie Sie gleich sehen werden.



Um diese umfassende Thematik etwas abzukürzen, möchte ich hier eine Art von Chronologie niederschreiben, die einen kurzen Überblick geben soll:

Chronik Anfang

ca. 500 v.Chr.

formuliert der Grieche Anaxagoras „das aus nichts, nichts entstehen und das auch nichts vernichtet werden kann“ und gab somit wohl einen ersten Denkansatz.

ca. 30 v.Chr.

legte der große Denker Aristoteles wohl eher unbeabsichtigt das Fundament für den so genannten „Horror Vacui“.

ca. 1100

beschreibt der indische Wissenschaftler und Mathematiker Bhaskara ein Perpetuum Mobile, das aus einem Rad besteht, an dessen Umfang mit Quecksilber gefüllte Gefäße befestigt sind.

1235

Der französische Baumeister Villard de Honnecourt konstruiert, neben anderen, ein Perpetuum in Form eines Rades, das mit 7 Hämmern laufen soll.

1269

Pierre de Maricourt beschreibt ein Perpetuum Mobile, das sich die Kraft des Magnetsteines zunutze machen soll, aber er konstruiert es nie.

ca.1480

Francisco di Giorgio beschreibt in seinen beiden Werken Trattato I und II gleiche mehrere sogenannte trockenen Wassermühlen, die als so genannte Rezirkulationsmühlen in die Geschichte eingehen und auch später noch viele Nachahmer finden sollen.

ca.1490

Das Universalgenie Leonardo da Vinci will mit Hilfe von so genannten archimedischen Schrauben Perpetua Mobilia entwickeln. Kommt dann aber in der Folge zu dem Schluss, dass eine solche Entwicklung unmöglich ist!

ca.1562

Der Jesuit Johannes Taisnieri beschreibt ein magnetisches Perpetuum Mobile bestehend aus einer Rampe, einer Eisenkugel und einem Magnetstein. Ganz offensichtlich stützt sich hier Taisnieri auf den Denkansatz von Pierre de Maricourt.

1586

Simon Stevin glaubt anhand eines Diagramms beweisen zu können, dass ein Perpetuum Mobile mit umlaufender Kette unmöglich ist.

1601

H. Holtzhamer zeigt in seiner Bilderhandschrift zahlreiche Skizzen von Perpetua Mobilia.

1608

Ramelli beschreibt ein Wasserschöpfrad.

1610

Der polnische Jesuit Stanislaus Solski erfindet ein Perpetuum Mobile, das durch das Anheben von Wasser funktionieren soll.

1616

Der Jesuit Christoph Scheiner erfindet ein „Gnomon Scheineriani“ für das er heftig kritisiert wird.

1618

Der englische Physiker Robert Fludd beschreibt eine Rezirkulations-mühle bestehend aus einer archimedischen Schraube und einem Wasserrad.

ca.1630

Der Jesuit Christoph Grünberger erfindet ein Perpetuum Mobile, das sich mittels komplizierter Spiralen bewegen soll.

1638

William Somerset, der Marquis von Worcester, erfindet und erbaut ein sehr großes Perpetuum Mobile, das er nach Fertigstellung am englischen Hof vorführt.

1641

Athanasius Kircher beschreibt in seinem Werk „De Arte Magnete“ ein Rad mit eisernen Speichen, das durch vier Magnete angetrieben werden soll.

1642

Der Philosoph Johann Amos Comenius veröffentlicht eine Theorie der Möglichkeit der perpetuierlichen Bewegung.

1645

A. Martin erdenkt ein Horarium hydraulicum, eine mittels Kapillarkräften angetriebene Wasseruhr.

1648

John Wilkins setzt sich in seinem Buch „Mathematical Magick or the wonders that may be performed by mechanical Geometry“ mit dem

Perpetuum Taisnierus auseinander und versucht zu erklären, warum es nicht funktionieren kann.

1658

Jeremias Mitz konstruiert ein Perpetuum Mobile mit acht Armen, das aber, wie er selbst zugibt, nicht funktioniert.

1660

Johann Joachim Becher arbeitet fast 10 Jahre an einer komplexen Maschine, die ein Uhrwerk aufzuziehen sollte, aber nie funktionierte.

1661

Böckler beschreibt in seinem Werk „Theatrum machinarum novum“ verschiedene Bauarten von so genannten trockenen Wassermühlen, die am ehesten für ein Perpetuum Mobile geeignet erschienen.

1664

Der Jesuit Caspar Schott zeigt in seinem Werk „Technica Curiosa“ die verschiedensten Arten von Perpetua Mobilia auf.

1685

Papin gibt einen Denkanstoß für ein hydraulisches Perpetuum Mobile.

1692

Der Abbé Jean d'Hautefeuille beschreibt ein hydraulisches Perpetuum Mobile, dass mit Hilfe von zwei chemischen Flüssigkeiten bewegt werden soll.

1712

Johann Ernst Elias Bessler zeigt sein erstes Perpetuum der Öffentlichkeit in der Stadt Gera.

1719

Bessler bringt sein Buch „Perpetuum Mobile Triumphans“ heraus, das neben seiner Maschine ein großer Erfolg wird.

1721

Willem Jacobus Gravesande erstellt ein Gutachten über das so genannte Besslersche Rad und berichtet später Newton ausführlich über seine Ergebnisse.

1727

Bessler wird durch das Geständnis einer Dienstmagd als angeblicher Betrüger entlarvt und verliert seinen Ruf und sein Vermögen innerhalb kürzester Zeit.

1750

Pierre Jacquet Droz erfindet einen Bimetall-Aufzug für eine perpetuierliche Uhr.

1751

Louis Antoine LePlat erfindet eine Uhr, deren Werk vom Luftzug aufgezo-gen wird.

1763

Andrew Doswill erfindet ein Perpetuum Mobile, das aus einem eisernen Rotor in einem permanentmagnetischen Feld besteht.

1770

James Ferguson konstruiert ein Perpetuum Mobile, nicht um es etwa zum Laufen zu bringen, sondern um damit dessen Unmöglichkeit zu beweisen.

1775

Die Französische Akademie der Wissenschaften veröffentlicht in ihren Annalen einen Text, der mit dem bedeutungsvollen Satz beginnt: „La construction d'un mouvement perpetuel est absolument impossible“ (Die Herstellung einer perpetuellen Bewegung ist absolut unmöglich).

1775

Der Engländer Coxe erbaut eine barometrische perpetuierliche Uhr, die mit 200 Kilogramm Quecksilber läuft.

1801

Joseph Tiville erhält das Patent auf eine perpetuierliche Maschine.

1815

Ein gewisser Ramis in München erfindet ein elektrostatisches Perpetuum Mobile, dessen Antriebsquelle Zamboni-Elemente sein sollen.

1827

William Congreve, englischer Offizier und Wissenschaftler, schlägt ein Perpetuum Mobile vor, das sich die Kapillarwirkung des Wassers zunutze machen soll. Congreve erhält ein Patent auf seine Erfindung.

1870

Charles Batchellor lässt sich eine Maschine patentieren, deren Hauptmerkmal zwangsgeführte unwichtige rotierende Massen sind.

1872

John Worell Keely stellt seine Idee vor, mittels mechanischer Schwingungen den Äther anzuzapfen und damit Energie gewinnen zu können.



1903

John William Strutt erfindet eine Radium-Uhr und löst eine Sensation aus, da das Antriebsprinzip zur damaligen Zeit nicht geklärt werden konnte.

1917

Garabed Giragossian gelingt es, den amerikanischen Senat zu einer Gesetzesvorlage zum Schutz seiner Erfindung, ein überdimensioniertes Schwungrad, zu bewegen.

1922

Der Tscheche Prachar veröffentlicht ein Buch, in dem er zahlreiche Perpetua Mobilia unterschiedlichster Bauart beschreibt.

ca.1950

Viktor Schauberger konstruiert seine Forellenturbine, die er mit einem Wirkungsgrad von über Eins angibt.

1997

Das SMOT (=simple magnetic overunity toy) wird von Greg Watson erfunden.

1998

Die Felix Würth Aktiengesellschaft wird begründet. Ihr Ziel: Bau von Maschinen, die sich der freien Energie bedienen. Würths Maschinen bestehen aus typischen Elementen der klassischen arabischen Perpetua Mobilia.

1999

Sanjay Amin präsentiert seine Entropy Engine, die den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik verletzt. Die Maschine funktioniert nicht so, wie es sich ihr Erfinder erhofft.

2000

Berichte über Don Martins Eck-Ring-Generator. Prof. Evert widmet der Analyse des Generators einen ausführlichen Artikel auf seiner Internetseite.

Chronik Ende

Womit wir es nun gut sein lassen wollen, denn wie Sie sicherlich bemerkt haben, zieht sich selbst diese kurze Zusammenfassung über mehrere Seiten hin und das, obwohl ich wirklich nur das Nötigste niedergeschrieben habe!

Die Erfindung eines Perpetuum Mobile beschäftigte also über die Jahrhunderte hinweg die fähigsten Wissenschaftler und Forscher der damaligen Zeit, was wohl zu der berechtigten Frage führen darf:

Wieso ein Perpetuum Mobile für die Wissenschaften unserer heutigen Zeit kein Thema mehr ist?

Noch dazu wenn man weiß, dass eben die Suche nach einem Perpetuum Mobile gewissermaßen die Geburtshilfe für die drei Energieerhaltungssätze war, die ja eben heute das „Non plus ultra“ der Physik darstellen, da besagte drei Energieerhaltungssätze auf der Suche nach einem Perpetuum Mobile sozusagen als „Abfallprodukt“ gefunden wurden.

Und zwar wie folgt:

1619

Johannes Kepler beschreibt in seiner „Harmonices Mundi“ die drei berühmten Gesetze, nach denen sich die Planeten bewegen.

ca.1640

René Descartes, Mathematiker und Philosoph, stellt fest: „die Summe aller Produkte „Quantitas materiae“ und der Geschwindigkeit, auf der ganzen Welt ist konstant“.

Die noch nicht klar erkennbare Trennung zwischen Kraft und Energie führte zu einem heftigen Gelehrtenstreit.

1686

Gottfried Wilhelm Leibniz formuliert in seinem Buch „Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii“ erstmalig einen Ansatz, der potentielle Energie als Produkt aus Kraft und Hubhöhe definiert.

1842

Der Arzt Julius Robert Mayer beschreibt das mechanische Wärme-  
äquivalent.

1848

Hermann Helmholtz formuliert das Energieerhaltungsprinzip.

1843

James Prescott Joule bestimmt nicht nur das mechanische  
Wärmeäquivalent, sondern auch die Äquivalente anderer Energie-formen.

ca.1880

Ludwig Boltzmann deutet Wärme als mechanisches Phänomen, das sich  
statistisch beschreiben lässt.

1888

Rudolf Clausius formuliert die ersten beiden Energieerhaltungssätze in  
ihrer noch heute gültigen und verwendeten Form.

ca.1910

Walther Nernst formuliert den dritten Energieerhaltungssatz.

Wie bereits gesagt, waren alle diese Gelehrten entweder direkt mit einem Perpetuum Mobile beschäftigt oder leiteten ihre Überlegungen indirekt von einem Perpetuum Mobile her.

Das erstaunliche hierbei ist, dass eben die drei besagten Energieerhaltungssätze, bei ihrer unabdingbaren Richtigkeit, ein Perpetuum Mobile absolut unmöglich machen!

Was für ein Widerspruch in sich und aus sich selbst heraus!

Nun muss diese Tatsache ja eigentlich nichts schlechtes sein, wenn denn die sozusagen versehentlich gefundenen drei Energie-Erhaltungssätze stimmen, da ja schon oft in der Wissenschaft „aus Versehen“ die bedeutendsten Entdeckungen gemacht wurden.

Die Frage, warum man nun heute an einem Perpetuum Mobile von Seiten der Wissenschaft nicht mehr interessiert ist, bleibt in diesem Sinne also weiterhin bestehen.

Aber sie ist auch nicht ganz richtig formuliert, denn es besteht auch heute nach wie vor ein großes Interesse daran, ein Perpetuum Mobile zu (er)finden.

Allerdings beschäftigen sich mit diesem „heißen“ Thema nur sehr wenige Wissenschaftler, dafür aber um so mehr sogenannte Laien, die sich wirklich sehr viel Mühe geben, das Geheimnis um ein Perpetuum Mobile zu lüften.

Man ist auch mittlerweile soweit, dass man zumindest 2 Kategorien von möglichen Perpetua Mobilia definiert hat. Die - und wenn wundert es noch - zwangsläufig gegen die Energieerhaltungssätze verstoßen, ja sogar verstoßen müssen, da es eben sonst keine „echten“ Perpetua Mobilia wären.

Hier nun die beiden Kategorien und ein paar Beispiele dafür, wie sie aufgebaut sein müssten:

### Perpetuum Mobile erster Art

Die Idee ist, dass eine Maschine mit einem Wirkungsgrad von über 100 Prozent die zu ihrem Betrieb notwendige Energie selbst liefern könnte und zusätzlich Nutzenergie liefern würde (zum Beispiel ein einmal in Drehung versetzter elektrischer Generator). Eine solche Maschine verletzt den ersten Hauptsatz der Thermodynamik, den Energieerhaltungssatz, da sie Energie aus dem nichts heraus produzieren würde.

### Beispiele:

- Ein Wasserrad pumpt Wasser nach oben. Ein Teil des Wassers fließt wieder nach unten und treibt das Wasserrad an.
- Ein Akkumulator bringt eine Lampe zum Leuchten. Das Licht wird in einem Fotoelement aufgefangen und erzeugt elektrischen Strom, der zum Teil seinerseits genutzt wird um den Akkumulator wieder aufzuladen.

Es wird bei dem Perpetuum Mobile erster Art auch noch Nutzenergie entnommen, aber bereits der „einfache“ Kreislauf ist unmöglich, da es bei jeder Bewegung bzw. Umwandlung Verluste gibt. Alle Verluste führen letztendlich zu einer Temperaturerhöhung des Teils, an dem sie entstehen, auch photophysikalische. Da die Umgebung immer kälter ist als das verlust erzeugende Teil, fließt die Energie der Maschine durch Wärmeleitung,

Konvektion oder Strahlung an die Umgebung ab. Die Maschine muss über kurz oder lang stehenbleiben, weil eine Rückführung aufgrund der Temperaturdifferenz nicht von selbst stattfindet (Wärme fließt nur von warm nach kalt, nicht umgekehrt).

### Perpetuum Mobile zweiter Art

Die Idee dabei: Arbeit aus der Umgebungswärme gewinnen, also die mittels lokaler Abkühlung gewonnene Wärme vollständig in (mechanische) Arbeit zurück umsetzen. Eine solche Maschine verletzt nicht den Energieerhaltungssatz, dafür aber den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, weil die vollständige Umwandlung von Arbeit in Wärme irreversibel ist.

Prinzipiell kann man ein Perpetuum Mobile der 2. Art daran erkennen, dass es versucht, Wärme an einem Punkt aufzunehmen und in andere Energieformen umzuwandeln. Das alleine muss nicht gegen die Energieerhaltung (1. Hauptsatz) verstoßen, es wären also Maschinen denkbar (aber nicht lauffähig), die unter Beachtung der Energieerhaltung Wärme in höherwertige Energieformen, zum Beispiel Strom umwandeln.

Der 2. Hauptsatz verlangt allerdings, dass Maschinen, die Wärme und Wärmestrahlung (zum Beispiel Solarzellen) in andere Energieformen umwandeln, vier Voraussetzungen erfüllen müssen:

- es muss einen heißen und einen kalten Punkt geben
- eine Wärmekraftmaschine arbeitet zwischen dem heißen und dem kalten Punkt

- die Wärme fließt durch die Wärmekraftmaschine, die nun einen Teil der Wärme in höherwertige Energieformen umwandeln kann
- ein anderer Teil der Wärmeenergie wird von der Maschine an den kalten Punkt durchgeleitet

Wenn die Wärme über die Maschine nicht wenigstens teilweise in Richtung des kalten Punkts abfließen kann, dann bleibt die Maschine nach kurzer Zeit stehen. Ungünstigerweise beeinflusst die Temperaturdifferenz zwischen dem heißen und dem kalten Punkt das Verhältnis zwischen höherwertiger Energie und durchgeleiteter Wärme. Je kleiner die Temperaturdifferenz ist und je höher die Temperatur des kalten Punktes ist, umso geringer ist der Anteil der höherwertigen Energie, das heißt, umso schlechter ist der Wirkungsgrad der Maschine. Der Carnotsche Wirkungsgrad liefert den theoretischen Grenzwert des Wirkungsgrades.

Beispiele:

- Ein Kochtopf wird erhitzt, indem ihm Wärme aus der Zimmerluft zugeführt wird, ohne dass Energie von außen aufgewendet wird.
- Ein Rad dreht sich, indem ihm Antriebs-Energie, gewonnen aus der Wärme des Zimmers, zugeführt wird.
- Ein Kühlschrank wird betrieben, indem der Kompressor mit der Wärme aus den gekühlten Lebensmitteln angetrieben wird.
- Ein Schiff durchquert ein Gewässer, in dem es zum Antrieb Wärme aus dem Wasser entzieht.



Nun sind diese Definitionen auch nicht gerade als neu zu bezeichnen, denn die Prinzipien waren auch schon vorher so diskutiert worden, wobei vor allem in Beziehung auf das Perpetuum Mobile zweiter Art, ein regelrechter Dämon für Aufregung in der Wissenschaft sorgte.

Keine Angst, ich will Sie jetzt nicht aufs Glatteis führen, sondern lasse die Geschichte einfach für sich selbst sprechen:

Der Maxwellsche Dämon oder Maxwell-Dämon ist ein vom schottischen Physiker James Clerk Maxwell 1871 veröffentlichtes Gedankenexperiment, mit dem er den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik hinterfragte.

Das Dilemma, das aus diesem Gedankenexperiment resultierte, wurde von vielen namhaften Physikern bearbeitet und führte mehrfach zu neuen Erkenntnissen. Auch heute noch inspiriert der Maxwellsche Dämon die theoretische Physik.

Außerhalb der Physik fand der Maxwellsche Dämon aufgrund der Faszination, die dieses Dilemma auslöst, auch Eingang in die Kunst.

### Das Dilemma des Maxwellschen Dämons

Das ursprüngliche Gedankenexperiment beschreibt einen Behälter, der durch eine Trennwand mit einer verschließbaren kleinen Öffnung geteilt wird. Beide Hälften enthalten Luft von zunächst gleicher Temperatur. Ein Wesen, das die Moleküle „sehen“ kann (die Bezeichnung Dämon erhielt es erst später), öffnet und schließt die Verbindungsöffnung so, dass sich die

schnellen Moleküle in der einen und die langsamen Moleküle in der anderen Hälfte des Behälters sammeln.

Unter idealen Bedingungen muss zum Öffnen und Schließen der Öffnung in der Trennwand keine Energie aufgewendet werden. Trotzdem könnte man mit der entstehenden Temperaturdifferenz zum Beispiel eine Wärmekraftmaschine betreiben. Man würde damit Arbeit verrichten und hätte gleichzeitig gegenüber dem Ausgangszustand letztlich keine weitere Veränderung außer einer Verringerung der Temperatur im Behälter. Damit wäre der zweite Hauptsatz der Thermodynamik verletzt und man hätte ein Perpetuum Mobile zweiter Art gefunden.

Lösungsversuche:

James Clerk Maxwell 1871

Maxwell selbst sah in dem von ihm geschaffenen Problem lediglich einen deutlichen Hinweis auf die Tatsache, dass der zweite Hauptsatz statistischer Natur ist, also nur im makroskopischen Bereich gilt. Wählt man die Gesamtzahl der Moleküle klein genug, wird es sogar wahrscheinlich, dass auch bei ständig geöffneter Verbindung zeitweilig deutliche Temperaturunterschiede zwischen den beiden Behälter -hälften auftreten.

Lord Kelvin 1874

William Thomson, der spätere Lord Kelvin, führte die Bezeichnung „Maxwell's Demon“ ein und erkannte, dass das Kritische an dessen

Beschäftigung im „Sortieren“ liegt, was sich auch auf andere Arten verwirklichen lässt.

Er postulierte zusätzlich zum ursprünglichen „Temperaturdämon“ die Möglichkeit anderer Dämonen, die zum Beispiel Wärmeenergie durch Sortieren nach der Bewegungsrichtung direkt in Bewegungsenergie verwandeln, Salzlösungen in konzentrierte Lösung und reines Wasser oder Gasgemische nach einzelnen Gasen separieren. Überall sah er in diesem Sortieren die Umkehrung des „natürlichen“ Vorganges der Dissipation.

Auch Max Planck und andere beschäftigten sich zu dieser Zeit mit dem Maxwell'schen Dämon. Im Allgemeinen hielt man ihn einfach für „unnatürlich“ und betrachtete das Problem damit als erledigt oder wenigstens rein akademisch. Immerhin hatte er in die gerade erst entstandene Thermodynamik noch einige Klarheit gebracht.

Aber Maxwell hatte ein tiefer greifendes Problem aufgeworfen, als man bis dahin erkannte. Mit der Dynamik der Moleküle und mit Hilfe der Statistik ließ sich zwar erklären, warum thermodynamische Prozesse spontan in ihrer „natürlichen“ Richtung ablaufen. Warum es aber nicht möglich sein sollte, solch einen Prozess mit geschicktem Einsatz technischer Mittel auch in umgekehrter Richtung zu erzwingen, war damit nicht zu erklären. Der zweite Hauptsatz, der nur ein Erfahrungssatz ist, verlangt aber genau diese Irreversibilität.

Leó Szilárd

Szilárd legte 1929 eine Aufsehen erregende Habilitation „Über die Entropieverminderung in einem thermodynamischen System bei

Eingriffen intelligenter Wesen“ vor.

Er vereinfachte das Modell zunächst radikal, indem er es auf ein einzelnes Molekül reduzierte. Das Wesen bringt in diesem Modell die Trennwand (die nun eher ein Kolben ist) ein, wenn das Molekül sich in einer vorher festgelegten Hälfte des Behälters befindet. Das Molekül drückt nun die Kolbentrennwand nach außen und verrichtet dabei Arbeit an einem Gewicht. Dabei wird Wärme aus der Umgebung aufgenommen, so dass die Temperatur gleich bleibt. Dann wiederholt sich der Zyklus. Mit jedem Zyklus verringert sich die Wärme der Umgebung, während die potenzielle Energie des Gewichtes sich um denselben Betrag vergrößert. Andererseits muss für jeden Zyklus das Wesen zunächst eine Messung vornehmen, indem es eine Hälfte des Behälters beobachtet:

Ist das Molekül drin oder nicht?

Durch die Messung wird also eine binäre Information gewonnen. Diese Information muss zumindest kurzfristig in einem Gedächtnis festgehalten werden.

Die Angelegenheit war jetzt überschaubar. Die einzige Interaktion des Wesens mit dem Ein-Molekül-Gas ist die Messung. Die thermodynamische Entropieverringerung kann, damit der zweite Hauptsatz nicht verletzt wird, also nur durch eine Entropieerzeugung von gleichem Betrag durch die Messung ausgeglichen werden. Den Betrag dieser Entropie berechnete Szilárd aus den thermodynamischen Vorgängen, mit Hilfe der Boltzmann-Konstante.

Das bedeutet, dass die mit der Messung gespeicherte Information in irgendeiner Form diese Entropie beinhalten musste. Damit war zum ersten

Mal, wenn auch noch recht unscharf, von einer Entropie der Information die Rede.

Der Maxwellsche Dämon hatte zur Grundlage der Informationstheorie beigetragen.

Wo im System aus Messung, Information und Speicher die Entropie genau zu suchen ist, konnte Szilárd noch nicht festlegen!

Léon Brillouin

Brillouin fragte 1951 genauer nach der Messung, dem „Sehen“ des Dämons. Sehen im wörtlichen Sinn bedeutet letztlich eine Abtastung der Moleküle mit Licht, auch wenn ganz andere Wellenlängen denkbar sind. Diese Abtastung bedeutet bei Berücksichtigung der Quantennatur des Lichts die Wechselwirkung zweier Teilchen, eines Moleküls und eines Photons, durch Stoß.

Brillouin konnte nun relativ einfach zeigen, dass bei diesem Stoß immer genügend Entropie frei wird, um den zweiten Hauptsatz einzuhalten, wenn vorausgesetzt wird, dass die Energie der Photonen groß genug sein muß, um dem Dämon überhaupt Information liefern zu können. Der Dämon schien erledigt, die bei Szilárd noch offene Frage nach dem genauen Ort der Entropieerzeugung auf unspektakuläre Weise geklärt.

Brillouin ging in seiner Interpretation aber weiter, er sah die Photonen als Übermittler von („gebundener“) Information und postulierte erstmals einen direkten Zusammenhang zwischen der von Shannon eingeführten Entropie der Information und der thermodynamischer Entropie, wozu er Shannons

Entropie mit einer Konstanten multiplizierte. Er formulierte dann das „Negentropie-Prinzip der Information“, das umstritten blieb. Die Information selbst ist negative Entropie (Negentropie) und bewirkt im Sinne einer Erhaltung eine entsprechende Entropieerhöhung im Gas. Der Dämon kann diese anschließend höchstens gerade wieder ausgleichen.

Allerdings erwies sich die Voraussetzung der Messung mit Photonen als zu starke Einschränkung, die auch umgangen werden konnte.

### Rolf Landauer und Charles Bennett

Landauer beschäftigte sich nicht mit dem Maxwellschen Dämon, sondern mit Informationsspeicherung. Er konnte 1961 am Modell eines Potenzialtopfs zeigen, dass das Löschen - im Sinne des Zurücksetzens in einen wiederbeschreibbaren Zustand - eines Bits physikalisch gespeicherter Information immer die bereits bekannte Entropie freisetzen muss, heute als Landauer-Prinzip bekannt.

Er stellte einen Zusammenhang zur logischen Irreversibilität der Löschoption her. Logisch reversible Operationen wie schreiben und lesen bewirken dagegen keine Entropie- oder Energiefreisetzung.

Damit war für das, was Brillouin physikalisch irrelevant „freie“ Information genannt hatte, ein physikalischer Zusammenhang nachgewiesen. Aber erst Charles Bennett zeigte 1982, dass mit der Anwendung des Landauer-Prinzips auf das Gedächtnis des Maxwellschen Dämons dem Gas exakt die vermisste Entropie wieder zugeführt wird, um den zweiten Hauptsatz zu erfüllen,