

# Widerlegt das Michelson-Morley-Experiment die Existenz des Lichtäthers?

*F. Herrmann und M. Pohlig, Karlsruher Institut für Technologie*



[www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de](http://www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de)

# 1. Die Lehrmeinung

*Resnick:*

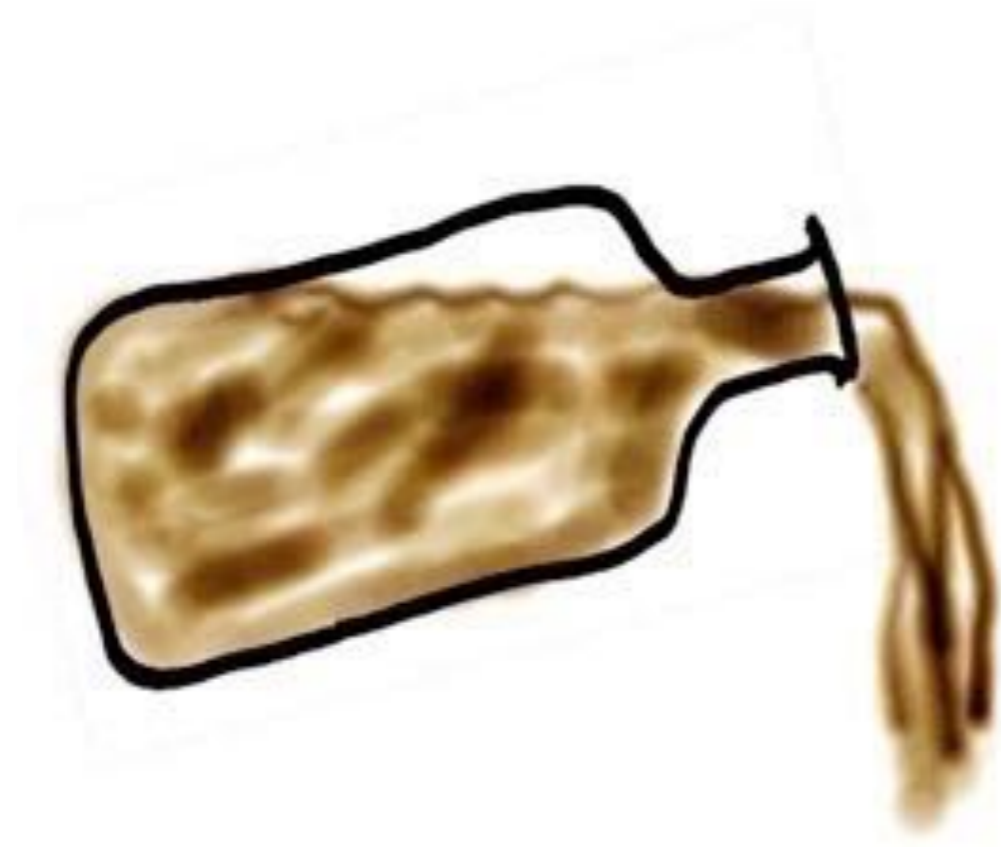
„Es läßt sich also keine experimentelle Basis für die Vorstellung eines bevorzugten Bezugssystems, eines Äthers, finden, weder für einen ruhenden, noch für einen mitgeführten.“

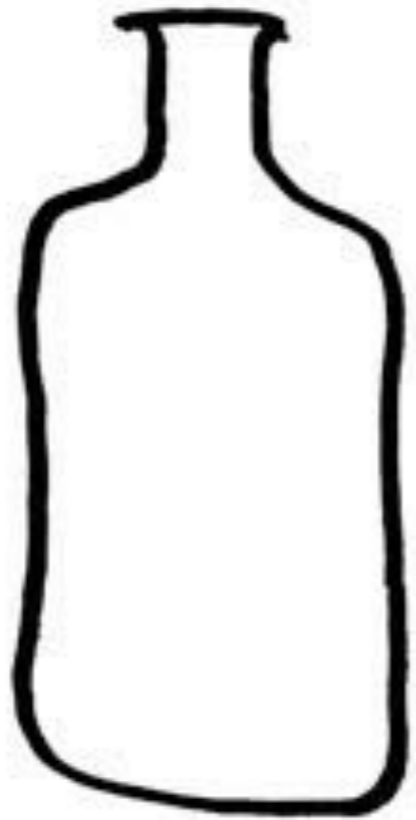
*Wikipedia:*

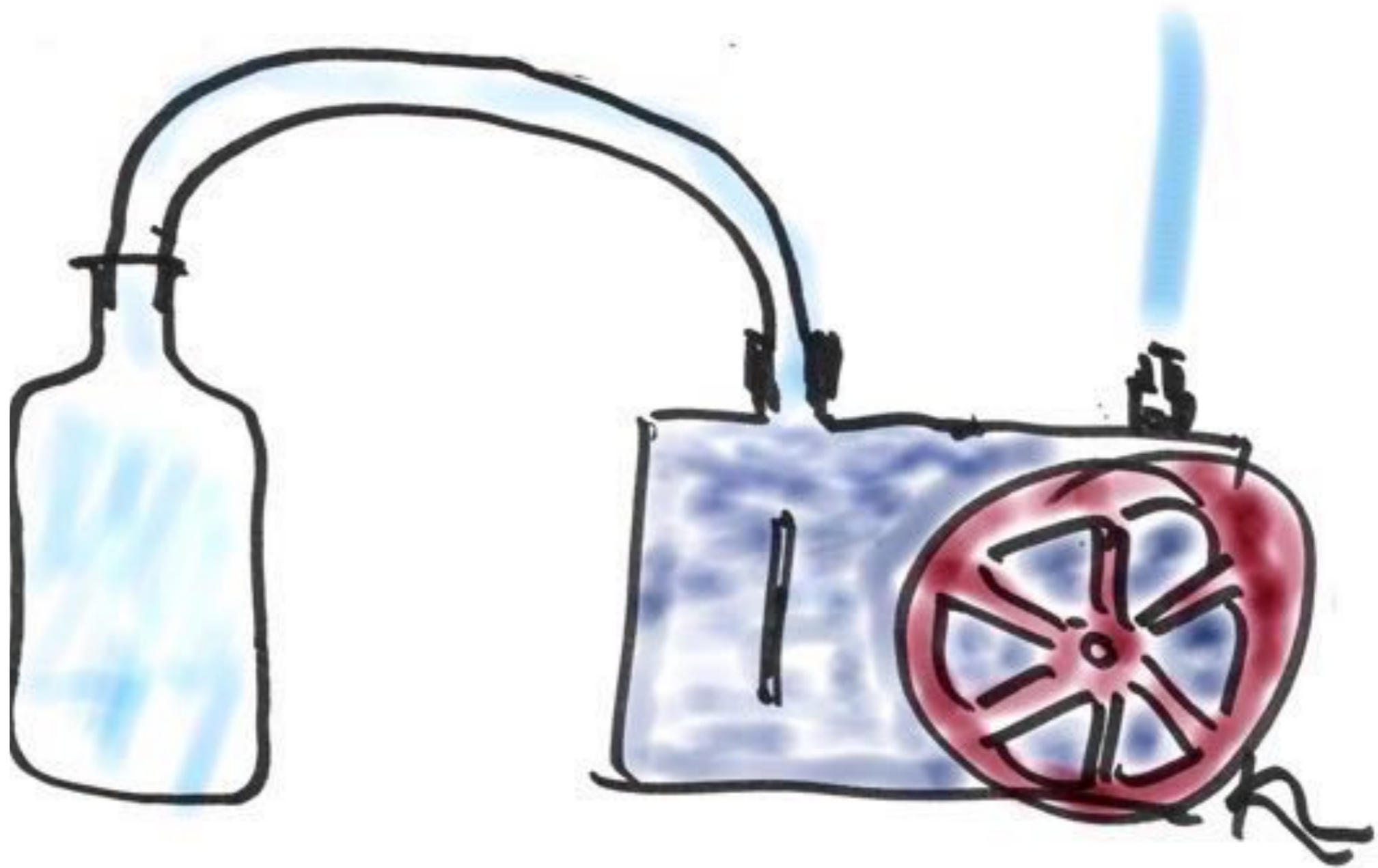
Der **Äther** (griech. αἴθήρ [aithär] für *der (blaue) Himmel*) ist eine Substanz, die im ausgehenden 17. Jahrhundert als [Medium](#) für die Ausbreitung von [Licht postuliert](#) wurde. Später wurde das Konzept aus der [Optik](#) auch auf die [Elektrodynamik](#) und [Gravitation](#) übertragen, vor allem um auf [Fernwirkung](#) basierende Annahmen zu vermeiden. Seit der allgemeinen Akzeptanz der speziellen Relativitätstheorie [Albert Einsteins](#) und der [Quantenmechanik](#) wird ein solcher Äther nicht mehr als physikalisches Konzept benötigt.

## 2. Wie lautet die Frage?

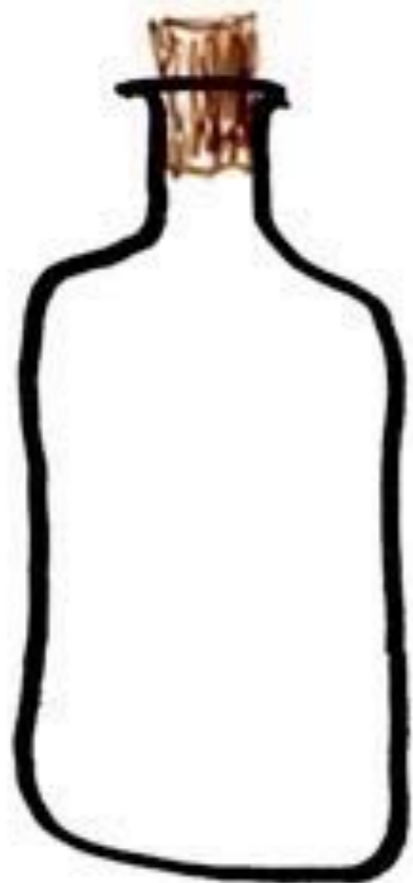




















# 3. Zur Geschichte des Ätherbegriffs: Elektrodynamik

Descartes 1596-1650



Huygens 1629-1695



Hooke 1635-1703



Newton 1642-1727



Euler 1707-1787



Young 1773-1829



*Thomas Young*

Fresnel 1788-1827





Faraday 1791-1867



Maxwell 1831-1879



### *Maxwell: Electricität und Magnetismus*

„Stimmt man einmal der Hypothese der Existenz eines Mediums zu, so glaube ich, dass demselben bei unsern Untersuchungen ein hervorragender Platz anzuweisen ist, und dass wir mit allen Mitteln uns eine begriffliche Vorstellung von allen Details seiner Wirkungsweise zu verschaffen suchen sollten. Das war aber stets mein Hauptbestreben, als ich dieses Werk ausarbeitete.“

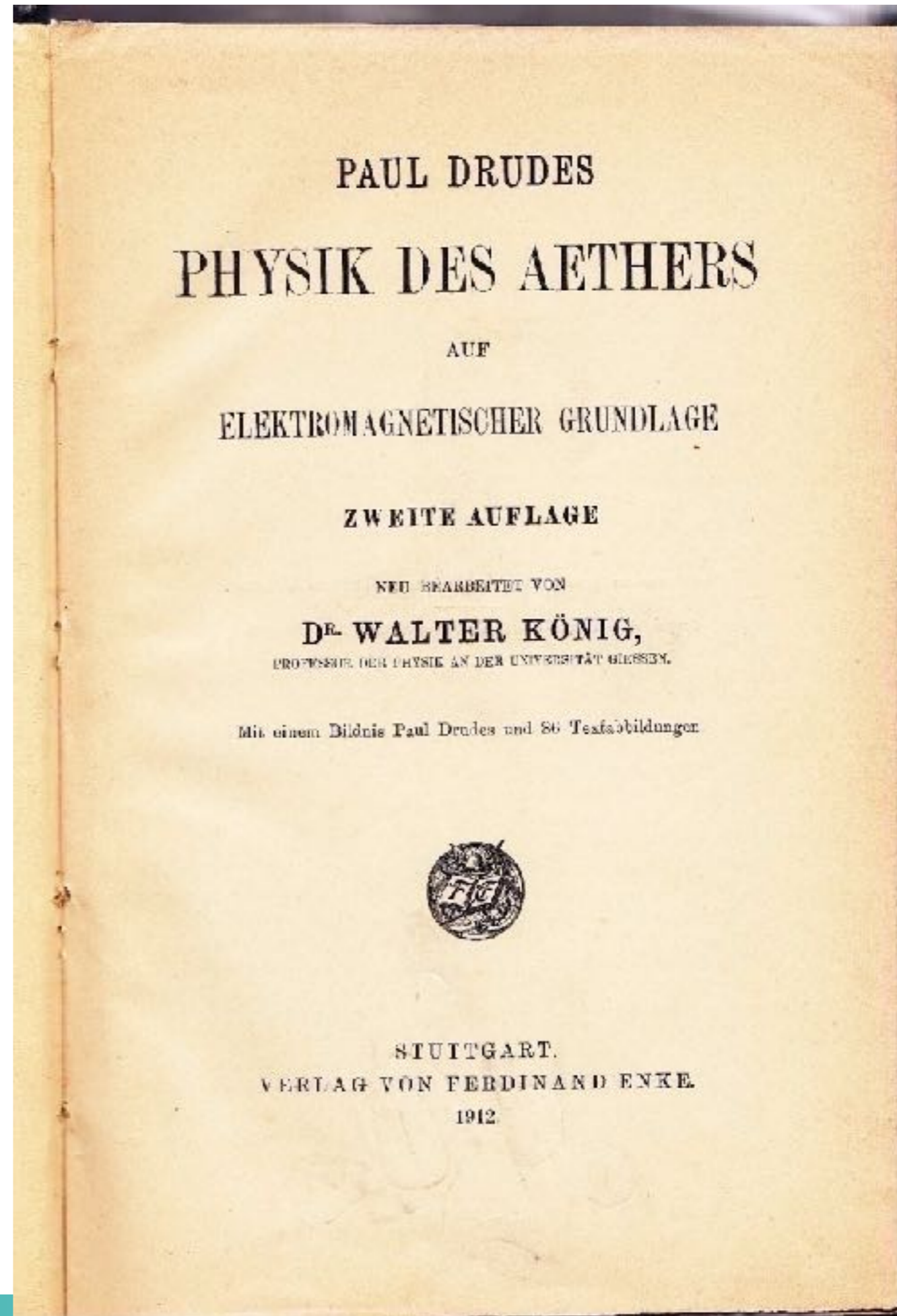
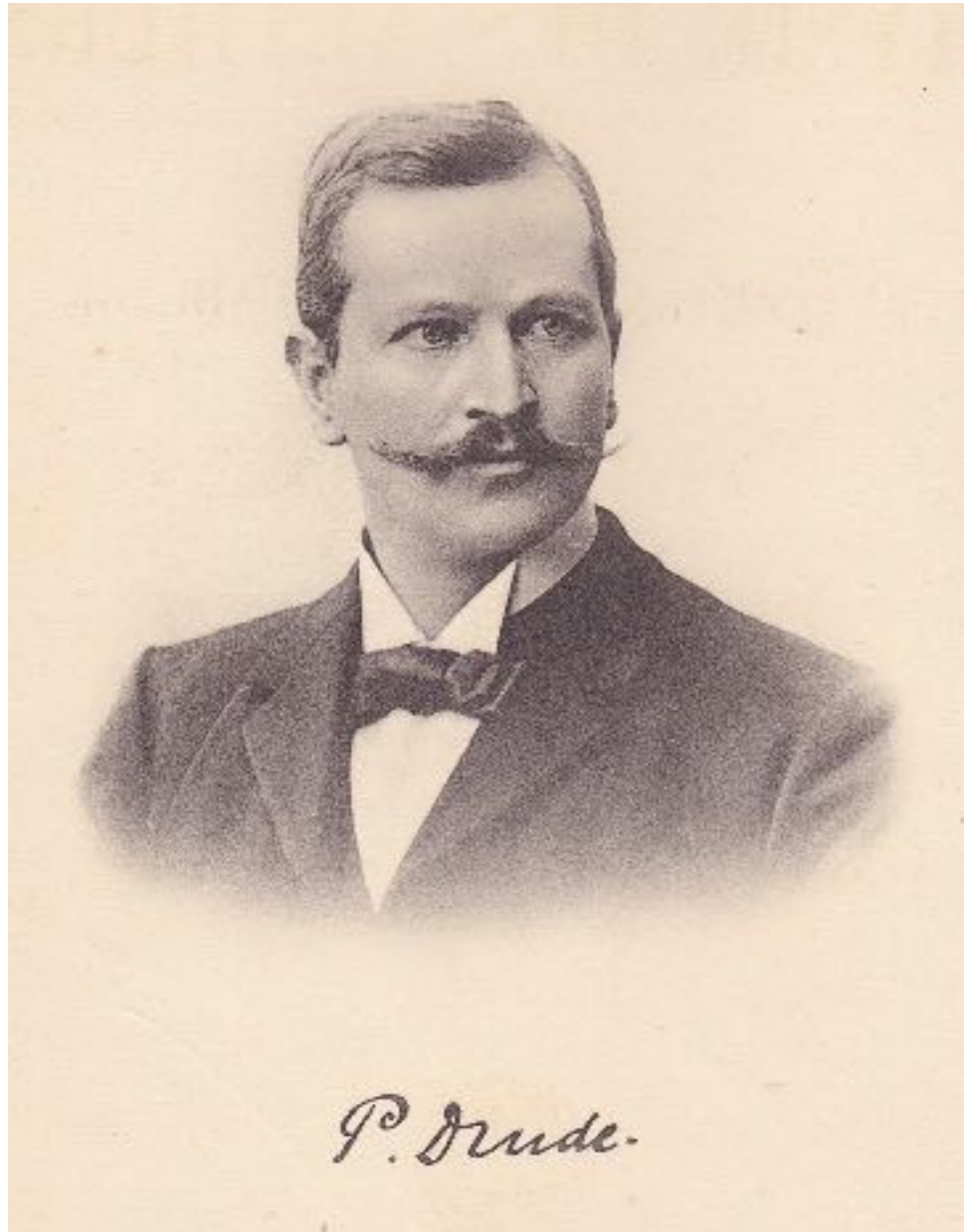
Hertz 1857-1894



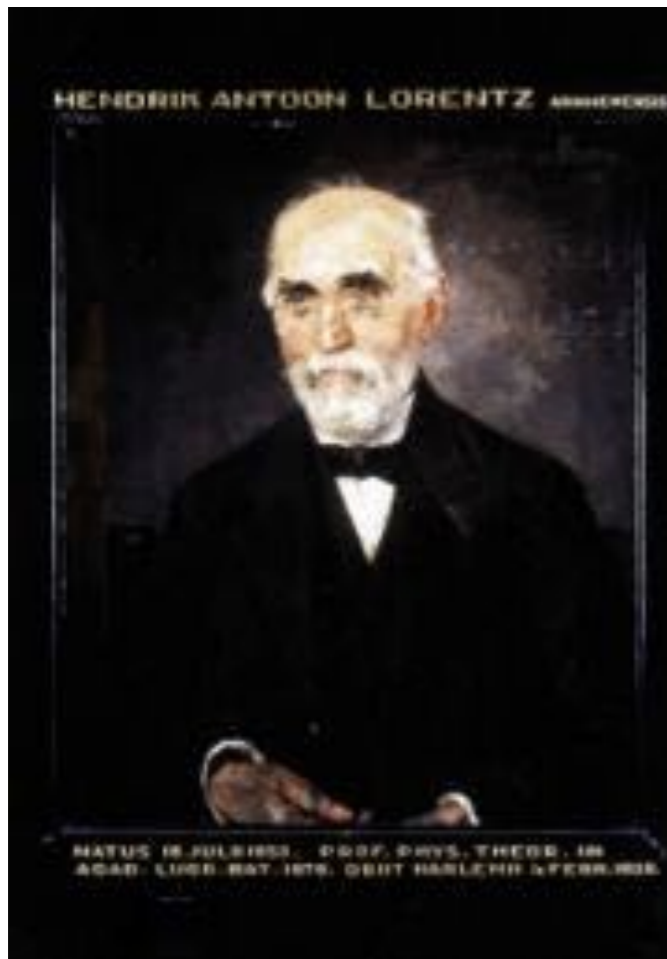
*Hertz (1888):*

„Nehmt aus der Welt die Elektrizität, und das Licht verschwindet; nehmt aus der Welt den lichttragenden Äther, und die elektrischen und magnetischen Kräfte können nicht mehr den Raum überschreiten.“

Drude 1863- 1906



Lorentz 1853-1928



Poincaré 1854-1912



J. J. Thomson 1856-1940



## *Maxwell, in der **Encyclopedia Britannica***

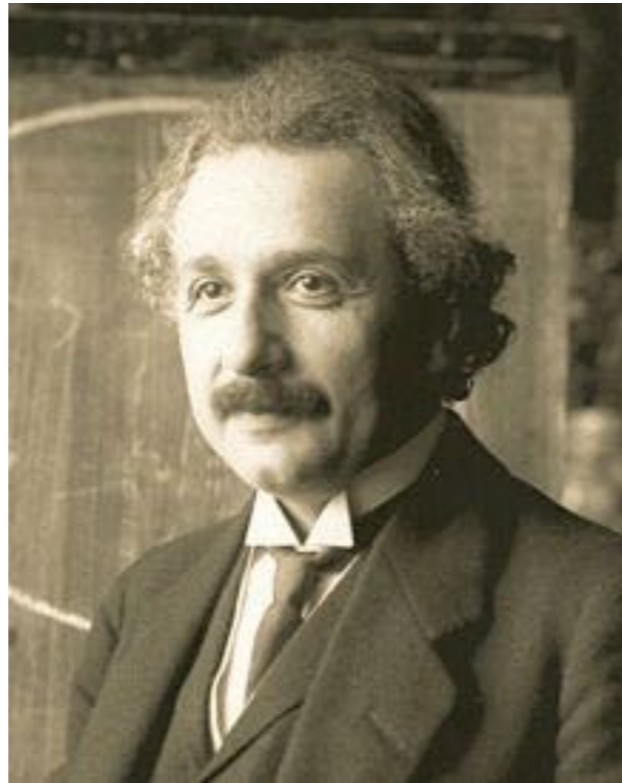
„...bis schließlich der ganze Raum drei- oder viermal mit einem Äther gefüllt worden war. Nur wenn wir uns daran erinnern welchen gewaltigen und schädlichen Einfluss die alten Ätherhypothesen auf die Wissenschaft hatten, können wir den Horror verstehen, den nüchtern-denkende Wissenschaftler im 18. Jahrhundert vor dem Äther hatten, ....“

Morley 1838-1923



Michelson 1852-1931





## Einstein 1905: Zur Elektrodynamik bewegter Körper

„Die Einführung eines ‚Lichtäthers‘ wird sich insofern als überflüssig erweisen, als nach der zu entwickelnden Auffassung weder ein mit besonderen Eigenschaften ausgestatteter ‚absoluter Raum‘ eingeführt, noch einem Punkte des leeren Raumes, in welchem elektromagnetische Prozesse stattfinden, ein Geschwindigkeitsvektor zugeordnet wird.“

*Einstein (1920):*

„Indessen lehrt ein genaueres Nachdenken, daß diese Leugnung des Äthers nicht notwendig durch das spezielle Relativitätsprinzip gefordert wird. ... Nach der allgemeinen Relativitätstheorie ist der Raum mit physikalischen Qualitäten ausgestattet; es existiert also in diesem Sinne ein Äther. Gemäß der allgemeinen Relativitätstheorie ist ein Raum ohne Äther undenkbar; denn in einem solchen gäbe es nicht nur keine Lichtfortpflanzung, sondern auch keine Existenzmöglichkeit von Maßstäben und Uhren, ...“



# 4. Zur Geschichte des Ätherbegriffs: Gravitation

# klassische Mechanik: zwei Arten von Gravitationskräften

„gravitostatische“ Kräfte  
Gravitationsgesetz

Trägheitskräfte  
z.B. bei Drehung

Die *schwere* und die *träge* Masse eines Körpers sind einander gleich. Die bisherige Mechanik hat diesen wichtigen Satz zwar *registriert*, aber nicht *interpretiert*.

# klassische Mechanik: zwei Arten von Gravitationskräften

„gravitostatische“ Kräfte  
Gravitationsgesetz

Fernwirkungen

Trägheitskräfte  
z.B. bei Drehung

absoluter Raum



*Newton:*

„Hypotheses non fingo.“

*Newton an Richard Bentley:*

„Dass die Schwere über eine Entfernung durch ein Vakuum ohne die Vermittlung von irgendetwas anderem ... wirken sollte, ist für mich eine solche Absurdität, dass ich glaube, dass niemand, der in philosophischen Dingen eine hinreichende Denkfähigkeit hat, darauf hereinfliegen könnte.“

# klassische Mechanik: zwei Arten von Gravitationskräften

„gravitostatische“ Kräfte  
Gravitationsgesetz

Fernwirkungen

Trägheitskräfte  
z.B. bei Drehung

absoluter Raum



Newton:

„Der absolute Raum bleibt vermöge seiner Natur und ohne Beziehung auf einen äußeren Gegenstand stets gleich und unbeweglich.“

George Berkeley 1685 -1753,  
irischer Philosoph der Aufklärung:



„Wenn jeder Ort relativ ist, dann ist auch jede Bewegung relativ und Bewegung kann nicht verstanden werden ohne die Festlegung ihrer Richtung, welche wiederum nicht verstanden werden kann ohne Beziehung zu einem anderen Körper. Oben, unten, rechts, links – alle Richtungen und Orte beruhen auf irgendeiner Beziehung, und man braucht noch einen anderen Körper als den, der sich bewegt ... so dass die Bewegung ihrer Natur nach relativ ist, sie kann nicht verstanden werden solange die Körper nicht gegeben sind, auf die sie sich bezieht, oder allgemeiner: Es kann keine Beziehung geben, wenn es nichts gibt, worauf es sich bezieht.“



Mach (1838-1916):

„Dass Newton auch in den eben mitgetheilten Überlegungen gegen seine Absicht, nur das *Thatsächliche* zu untersuchen, handelt, ist kaum nöthig zu bemerken. Ueber den absoluten Raum und die absolute Bewegung kann niemand etwas aussagen, sie sind bloss Gedankendinge, die in der Erfahrung nicht aufgezeigt werden können.“

Modernes Schulbuch:

„Dazu war es nötig, die Worte „absolute Zeit“, „absoluter Raum“ als unbewiesene, ungeprüfte magische Vorurteile vorrelativistischer Physik zu entlarven.“

Berkeley:

„Stellen wir uns vor, es existierten zwei Kugeln und sonst nichts, dann ist eine Rotationsbewegung der Kugeln um ihren gemeinsamen Schwerpunkt nicht vorstellbar. Aber stellen wir uns nun vor dass der Himmel mit den Fixsternen wird plötzlich erschaffen. Dann sind wir in der Lage, uns die Bewegung der Kugeln vorzustellen relativ zu den verschiedenen Teilen des Himmels.“

D. W. Sciama:

„The Physical Foundations of General Relativity“

*Einstein 1912:*

„Es legt dies die Vermutung nahe, daß die ganze Trägheit eines Massenpunktes eine Wirkung des Vorhandenseins aller übrigen Massen sei, auf einer Art Wechselwirkung mit den letzteren beruhend.“

Newton's absoluter Raum:

Äther, oder Vorläufer des Feldbegriffs



# 5. Was spricht für den Äther?

Lichtwelle braucht einen Träger

Gravitationsfeld (auch dort, wo die Feldstärke gleich null ist)

drei Dimensionen, Krümmung

„Vakuumfluktuationen“

dunkle Energie, Higgs-Feld



„Dazu war es nötig, die Worte „absolute Zeit“, „absoluter Raum“ als unbewiesene, ungeprüfte magische Vorurteile vorrelativistischer Physik zu entlarven.“

„Dazu war es nötig, die Worte „absolute Zeit“, „absoluter Raum“ als unbewiesene, ungeprüfte magische Vorurteile vorrelativistischer Physik zu entlarven.“

„Diese sog. Vakuumpolarisation setzt elektrische ‘Pole‘ in jedes Vakuum... Das Vakuum ist kein ‘Nichts‘.“

# 6. Das Michelson-Morley-Experiment

Licht gegen Äther:  $c$

Äther gegen Erde:  $v$

Licht gegen Erde:  $c$

⇒ Äther existiert nicht.

⇒ Man braucht eine neue Theorie von Raum und Zeit:

die spezielle RT

Licht gegen Äther:  $c$

Äther gegen Erde:  $v$

Licht gegen Erde:  $c$

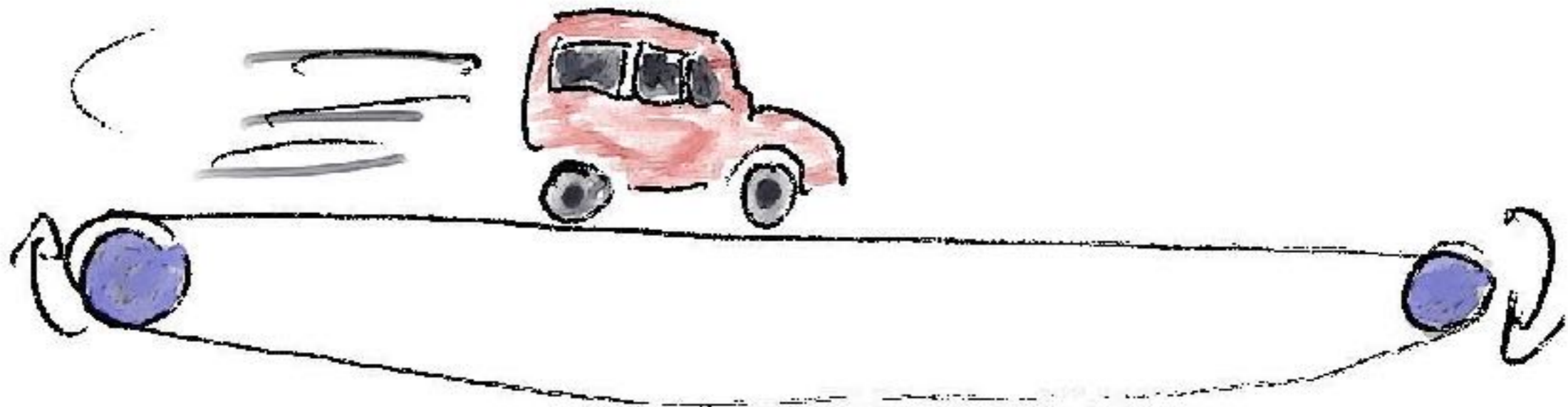
⇒ ~~Äther existiert nicht.~~

Auto gegen Band:  $\sim c$

Band gegen Erde:  $v$

Auto gegen Erde:  $\sim c$

⇒ ~~Band existiert nicht.~~





# Widerlegt das Michelson-Morley-Experiment die Existenz des Lichtäthers?

# Widerlegt das Michelson-Morley-Experiment die Existenz des Lichtäthers?

Widerlegt das  
Michelson-Morley-Experiment  
die Existenz des Lichtäthers?

nein

## Laughlin Nobelpreis 1998





*Laughlin, in „Abschied von der Weltformel“:*

„Die moderne, jeden Tag experimentell bestätigte Vorstellung des Raumvakuums ist ein relativistischer Äther. Wir nennen ihn nur nicht so, weil das Tabu ist.“

Welcher Name?

Äther?

Tabu

Vakuum?

Drückt Abwesenheit von etwas aus.

Gravitationsfeld?

Betont nur einen Aspekt.

Raum?

Drückt „Platz für etwas“ aus.

Raumzeit

# Ende