

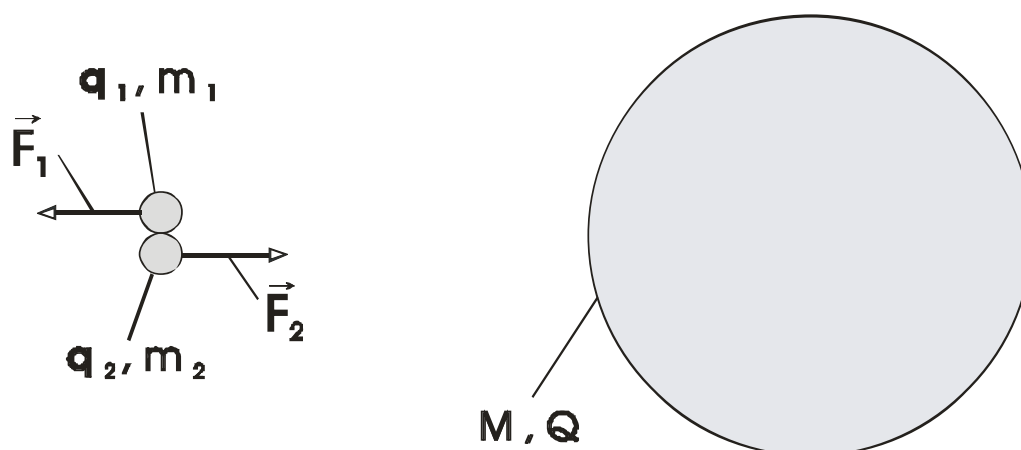
## Die Schwerkraft der Antimaterie

von Dipl.-Phys. Werner Traupe

Homepage: <http://home.arcor.de/w.u.m.traupe/>

Die Erforschung der Schwerkrafteigenschaft von Antimaterie ist ein noch ungelöstes Problem. Seit der Erzeugung von Antiwasserstoff im CERN, dem Europäischen Labor für Teilchenphysik, gibt es zwar experimentell die Möglichkeit, die Schwerkrafteigenschaft von Antimaterie zu untersuchen. Ein diesbezügliches Ergebnis liegt jedoch bis heute noch nicht vor.

Theoretisch kann man nun aber bereits aus Gründen der Impulserhaltung bei der Paarerzeugung von Materie und Antimaterie fordern, dass analog zur elektrischen Polarität die Massen von Materie und Antimaterie hinsichtlich der Schwerkraft ebenfalls eine Polarität besitzen, wie an Hand von Abbildung 1 bewiesen werden soll. Hier ist die durch ein Gammaquant erzeugte Materie und Antimaterie (z. B. Elektron und Positron) mit entgegengesetzter Ladungspolarität  $q_1 = -q_2$  und mit den Massen  $m_1$  und  $m_2$  gegenüber einer Masse  $M$  mit der elektrischen Ladung  $Q$  dargestellt.



**Abb.1:** Beweis der Schwerepolarität von Materie und Antimaterie anhand der Paarerzeugung zweier Teilchen aus Materie und Antimaterie mit den Ladungen  $q_1$  und  $q_2$  bzw. den Massen  $m_1$  und  $m_2$  und einer Masse  $M$  mit der elektrischen Ladung  $Q$

Das Schwerkraftfeld und das elektrische Feld von  $M$  bzw.  $Q$  seien bereits **zu Beginn der Paarerzeugung** am Ort der Paarerzeugung vorhanden. Dann wirken zu Beginn der Paarerzeugung das elektrische Feld von  $Q$  auf die Ladungen  $q_1$  und  $q_2$  und auch das Schwerkraftfeld von  $M$  auf die Massen  $m_1$  und  $m_2$  ein, ohne dass  $Q$  bzw.  $M$  in diesem Zeitpunkt der Paarerzeugung eine Gegenkraft von den Ladungen  $q_1$  und  $q_2$  bzw. von den Massen  $m_1$  und  $m_2$  erfährt, da die Felder des Teilchenpaares erst später an  $M$  bzw.  $Q$  eintreffen. Der Impulssatz fordert nun aber, dass zu **jedem Zeitpunkt** die Kraft von  $M$  bzw.  $Q$  auf das Teilchenpaar entgegengesetzt gleich der Kraft des Teilchenpaares auf  $M$  bzw.  $Q$  ist (actio = reactio). Da die Gegenkraft des Teilchenpaares auf  $M$  bzw.  $Q$  zum Zeitpunkt der Paarerzeugung fehlt, muss die Gesamtkraft von  $M$  bzw.  $Q$  auf Materie und Antimaterie Null sein, d. h. es gilt wegen des Impulserhaltungssatzes für die an den Paaren angreifenden Kräfte:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \quad \text{oder} \quad \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \quad (1)$$

Bei den elektrischen Kräften ist diese Bedingung wegen  $q_1 = -q_2$  erfüllt. Das gleiche muss auch für die Massen  $m_1$  und  $m_2$  gelten, damit der Impulssatz seine Gültigkeit behält.

Es ist daher aus Gründen der Impulserhaltung unmöglich, dass Materie und Antimaterie bei der Paarerzeugung mit **monopolarer Schwerkraft** entstehen, da in diesem Falle die Summe der Schwerkraften von  $M$  auf das Teilchenpaar nicht verschwindet und die dazugehörige Gegenkraft auf  $M$  fehlt. Materie und Antimaterie müssen also in Hinblick auf die Schwerkraft unterschiedliche Polaritäten wie ihre elektrischen Ladungen besitzen, d. h. es muss gelten:

**Wenn normale Materie von normaler Materie gravitativ angezogen wird, muss folgerichtig die Antimaterie von normaler Materie gravitativ abgestoßen werden. Es gilt aber auch umgekehrt: Wenn Antimaterie von normaler Materie gravitativ abgestoßen wird, muss Antimaterie von Antimaterie gravitativ angezogen werden.**

Die Massen von Materie und Antimaterie besitzen demnach nicht nur elektrisch sondern auch gravitativ eine bipolare Eigenschaft.

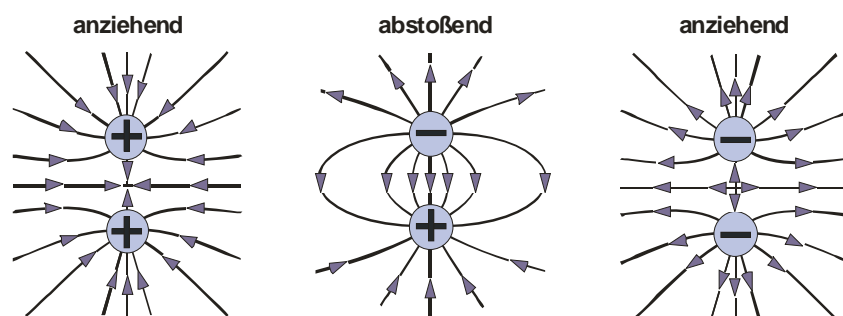
Materie und Antimaterie können daher im Kosmos in gleicher Menge existieren, ohne sich durch gegenseitige Annihilation zu vernichten. Denn Massen in Galaxiengruppen bzw. Galaxienhaufen besitzen auf Grund ihrer gegenseitigen Anziehung gleiche Schwerepolarität, d.h. bestehen entweder aus Materie **oder** aus Antimaterie. Galaxiengruppen bzw. -haufen unterschiedlicher Schwerepolarität stoßen sich jedoch ab, so dass zwischen ihnen Leerräume (Voids) entstehen. Die Galaxien bzw. Galaxienhaufen unterschiedlicher Schwerepolarität streben nach dieser Vorstellung auseinander und können daher nicht annihilieren. Diese Tatsache führt bei Astronomen und Astrophysikern häufig zu dem Fehlschluss, dass Antimaterie im Kosmos nicht existiert, da keine Annihilationen beobachtet werden.

Ferner ist für Astronomen die Identifizierung der Massen innerhalb eines Galaxienhaufens als normale Materie oder Antimaterie nicht möglich, da die Massen innerhalb eines Galaxienhaufens gleiche Schwerepolarität besitzen, weil sie sich gegenseitig anziehen (s. oben) und damit den gleichen dynamischen Gesetzen der Himmelsmechanik unterliegen, so dass ein Beobachter innerhalb einer Welt aus Antimaterie die gleichen Beobachtungen macht wie ein Beobachter in einer Welt aus normaler Materie, so dass

- alle Massen sich gravitativ anziehen,
- auf einem Planeten ohne Atmosphärenreibung alles auf Grund der Schwerkraft mit gleicher Beschleunigung nach unten fällt, d. h. das Verhältnis von schwerer zu träger Masse in allen Galaxienhaufen gleich und konstant ist,
- Planeten Ellipsenbahnen besitzen,
- die Aussagen der Speziellen Relativitätstheorie ihre Gültigkeit besitzen usw.

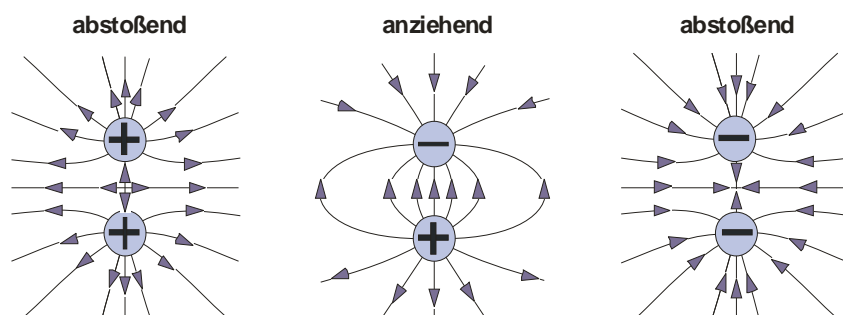
Man kann ferner davon ausgehen, dass der nächste Galaxienhaufen aus Antimaterie auf Grund seiner Abstoßung von unserer normalen Materie sehr weit von uns entfernt ist, so dass wir von diesem Antimateriehaufen außer elektromagnetischer Strahlung nichts empfangen. Werden z. B. Antiteilchen von den „Antiwelten“ ausgesandt, so ist das Zusammentreffen der Antiteilchen mit der Erde nicht nur wegen der großen Entfernung ihres Ursprungs unwahrscheinlich. Die Antimaterieteilchen werden nach obiger Darlegung auch von der Materie unserer Galaxie bzw. von unserer Erde gravitativ abgestoßen bzw. abgelenkt und können daher die Erde nicht erreichen. Das erklärt den bisherigen negativen Ausgang des Experiments mit dem Alpha-Magnet-Spektrometer, das Antimaterieteilchen (z. B. Anti-Heliumatome) in einer Erdumlaufbahn nachweisen soll.

Wie man sich die Schwerkraftfelder von Materie und Antimaterie vorzustellen hat, zeigt die Abbildung 2, auf der **per Definition** normaler Materie eine positive und Antimaterie eine negative Schwerepolarität zugeordnet worden ist. Die in der Abbildung angegebenen



**Abb. 2:** *Schwerkraftfelder von Materie (+) und Antimaterie (-) mit gleicher Masse.*

Feldrichtungen der Schwerkraft sind identisch mit der Richtung der Kraft auf eine in das Feld eingebrachte Probemasse mit positiver Polarität (Materie). Bei eingebrachten Probemassen mit negativer Polarität (Antimaterie) sind die Krafrichtungen den eingezeichneten entgegengesetzt. Daraus folgt: Materie mit positiver Polarität und die Antimaterie mit negativer Polarität (Mitte: Dipolfeld) stoßen sich gravitativ ab, während sich jeweils Materie untereinander (links) und Antimaterie untereinander (rechts) gravitativ anziehen - im



**Abb. 3:** *Elektrische Felder von positiver und negativer Ladung gleicher absoluter Größe*

Gegensatz zum elektrischen Verhalten von positiver und negativer Ladung, wie die Abbildung 3 zeigt. Hier sind zum Vergleich die bekannten Verhältnisse im elektrischen Feld wiedergegeben: Positive und negative Ladungen ziehen sich an (Mitte: Dipolfeld), während sich jeweils Ladungen mit gleicher Polarität abstoßen (links und rechts). Der Vergleich von Abbildung 2 und 3 macht deutlich: Elektrische Ladungen und die schweren Massen von Materie und Antimaterie verhalten sich bezüglich der Richtungen ihrer Kraftfelder und ihrer Kraftwirkungen konträr.

Man kann auch eine umgekehrte Zuordnung der Schwerepolaritäten definieren: normale Materie mit negativer Schwerepolarität und Antimaterie mit positiver Schwerepolarität. Das ändert an den Kräfteverhältnissen bzw. den obigen kosmologischen Aussagen nichts. Diese Definitionsfreiheit gilt z. B. auch für die elektrischen Ladungen der Atome. So kann man dem Elektron eine positive und dem Proton eine negative Ladung bzw. dem Positron eine negative und dem Antiproton eine positive Ladung zuordnen, ohne die Grundgleichungen der Elektrodynamik – insbesondere die Maxwellschen Gleichungen – ändern zu müssen (**Kommutativ-Gesetz der Polarität**).

Im Übrigen ist das **Einsteinsche Äquivalenzprinzip** der **allgemeinen Relativitätstheorie** unvereinbar mit der Schwerepolarität von Materie und Antimaterie und daher nicht allgemein gültig. Denn nach dem Einsteinschen Äquivalenzprinzip durchlaufen alle Körper im Vakuum - unabhängig von ihrer Größe, Zusammensetzung oder Beschaffenheit - dieselbe Fallkurve, wenn anfänglich ihr Ort und ihre Geschwindigkeit übereinstimmen und zwar sowohl in einem **homogenen Schwerkraftfeld** als auch in **beschleunigten Bezugssystemen schwerkraftfreier Räume**. Das trifft allerdings im Falle von Materie und Antimaterie nur für beschleunigte Bezugssysteme zu, da hier nur die Massenträgheit eine Rolle spielt. Im Schwerkraftfeld dagegen sind die Fallkurven von Materie und Antimaterie entgegengesetzt.