

Modellvorstellungen in der Physik

Neue Modelle führen zu einem neuen Weltbild

Zusammenfassung

Die moderne Physik wird immer noch von den Modellvorstellungen des neunzehnten Jahrhunderts bestimmt. Dies führt zu mannigfachen Missverständnissen, zu Paradoxien und Widersprüchen.

*Alle gängigen Modelle haben etwas gemeinsam, was auf den ersten Blick aber nicht auffällt, nämlich die **gedankliche Trennung von Raum und Materie**.*

*Unabdingbar ist die strikte Beachtung der **Energieerhaltung** und der Tatsache, dass alle Energieformen miteinander **wechselwirken**.*

Im folgenden will ich neue Modelle vorstellen, die dies berücksichtigen und zeigen, wie man zu einem konsistenten neuen Weltbild der Physik kommt.

Vorwort

Am Anfang stand ein Gedankenexperiment. Wie weit man kommt man, wenn man die heute gewonnenen physikalischen Erkenntnisse möglichst einfach erklären will, und zwar ausgehend von der newtonschen Physik. Dabei steht man recht bald vor der ersten Weggabelung und man muss sich entscheiden, wie es weitergeht. Die Bedingung in dem Gedankenexperiment ist, dass man nicht ein ganzes System fremder Dogmen übernimmt, sondern jedesmal die einfachste Entscheidung trifft, ganz im Sinne von "Occams razor". Jeder Schritt muss aber mit allen Messungen und Beobachtungen verträglich sein. Falls nicht, dann muss man einen Schritt zurück und einen neuen Weg suchen.

Welches Reisegepäck brauchen wir auf dem Weg zur Erkenntnis? Das Wichtigste ist logisches Denken oder besser noch logisches zu Ende denken. Ferner haben wir noch eine Tafel im Rucksack, auf der steht:

- Alles, was ist, ist irgendeine Form von Energie (auch die Materie).
- Diese Energieformen oder physikalischen Entitäten wechselwirken (d.h. abgeschlossene Prozesse gibt es nicht).
- Diese Wechselwirkung besteht darin, dass sie Materie/Energie austauschen, wobei nichts verloren geht: d.h. es gilt das Gesetz der Energieerhaltung.
- Und dann steht auf der Tafel noch eine kleine Fußnote:
Achte bei jedem Experiment auf die versteckten Nebenbedingungen.

Wie wichtig das logische Denken ist, erkennt man bei der Frage: "Kann man eine Theorie mit einem Experiment beweisen?" Die Antwort ist: nein. Stellen Sie sich vor, wir hätten zwei Theorien A und B, die einen gewissen physikalischen Effekt unterschiedlich begründen. Nun machen wir eine Messung und messen genau diesen Effekt. Ist nun A oder B bestätigt?

Natürlich weder A noch B! Mit einem Mathematiker muss man darüber garnicht erst diskutieren, aber zu viele Physiker sind der irrigen Meinung, ein Beweis sei möglich. Es ist nur möglich, eine Theorie mit einem widersprechenden Experiment zu widerlegen.

Nun zu den versteckten Nebenbedingungen. Angenommen, jemand will mit einem Messaufbau aus Spiegeln, Prismen und Linsen die Geschwindigkeit von Sternenlicht nachmessen. Das Licht wird fokussiert, reflektiert, geteilt... das bedeutet aber eine ganze Kette von Wechselwirkungen mit Absorption, Reemission und Energieverlust. Das Licht ist aber kein Pingpong-Ball. Man untersucht hier eigentlich das auf Erden von Spiegeln ausgesendete Licht.

An diesem Beispiel sieht man, wie wichtig ein möglichst genaues Modell ist. Ohne eine adäquate Modellvorstellung kann man weder vernünftige Experimente planen noch die Messergebnisse sinnvoll interpretieren.

Modellvorstellungen sind so wichtig, dass ich dem ganzen Artikel diesen Titel gegeben habe.

Und wenn man bedenkt, dass viele gegenwärtig favorisierte Modellvorstellungen aus den Zwanzigerjahren des letzten Jahrhunderts stammen, kann man nur fordern, diese neu zu überprüfen! Die experimentelle Physik hat in den letzten hundert Jahren riesige Fortschritte gemacht, die man auch in neuen Modellen berücksichtigen sollte.

Wir werden sehen, dass man die wesentlichen Voraussagen der Relativitätstheorie dank neuer Modellvorstellungen mit "klassischer" Physik ableiten kann, und das ohne Paradoxien und Widersprüche. Das soll keine Herabsetzung der Leistung Einsteins sein. Ich finde es im Gegenteil höchst erstaunlich, dass er intuitiv damals undenkbare Effekte gefordert hat, die man erst heute anschaulich erklären kann. Was würde Einstein wohl sagen? Bestimmt nicht, dass seine Theorie sakrosankt und ein unumstößliches Dogma sei. Ich glaube eher: "Jungs, denkt nach, und ruht euch nicht auf meinen Lorbeeren aus! Der Weg zur Erkenntnis ist ein iterativer Prozess, der immer wieder neues Nachdenken erfordert, und dies ist überfällig!"

So wollen wir uns nun daran wagen.

11. März 2011

Uwe Wurditsch

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
1.1	Modellvorstellungen.....	4
1.2	Gängige Modelle.....	5
1.3	Der Sündenfall.....	7
1.4	Weiteres Vorgehen.....	7
2	Ein neues Materiemodell.....	8
2.1	Das Modell, demonstriert am Elektron.....	8
2.2	Folgerungen.....	10
3	Wie verändert sich ein Atom bei Energiezufuhr.....	12
3.1	Die Kinetische Energie des Atoms.....	12
3.2	Die potentielle Energie.....	13
4	Lokale und absolute Maßeinheiten.....	15
4.1	Physikalische Gleichungen.....	15
4.2	Absolute Referenzeinheiten.....	15
4.3	Lokale Maßeinheiten.....	15
4.4	Zusammengefasst.....	16
5	Das Licht.....	17
5.1	Licht versus Photon.....	17
5.2	Wie entsteht Licht?.....	18
5.3	Eigenschaften des Lichts.....	19
5.4	Modell des Photons	19
5.5	Lichtablenkung im Gravitationsfeld.....	20
6	Gedanken zur Gravitation.....	21
6.1	Die Gesetze.....	21
6.2	Ein neues Modell nach P. Kohl.....	21
6.3	Diskussion.....	22
7	Fazit.....	24
	Literaturverzeichnis.....	25

1 Einleitung

Wie beeinflussen Modellvorstellungen unser Weltbild in der Physik? Wozu brauchen wir Modelle? Sind die gängigen Modellvorstellungen heutzutage noch tauglich? Kann man die Gültigkeit einer Theorie mit Experimenten beweisen? Wir wollen zuerst Antworten auf diese Fragen suchen, bevor wir uns konkreten Ergebnissen zuwenden.

1.1 Modellvorstellungen

Die Aufgabe der Physik ist es, die physikalische Realität möglichst genau zu beschreiben, und zwar mit Hilfe der Mathematik.

Wir können die Realität jedoch nicht direkt erfassen, sondern wir denken in Bildern, in Modellvorstellungen. Je besser diese Bilder der Realität entsprechen, desto besser können wir die Wirklichkeit beschreiben. Wir wählen meistens möglichst einfache Modelle, um die grundlegenden Zusammenhänge herauszuarbeiten. Auf diese vereinfachten Modelle wenden wir dann unser mathematisches Instrumentarium an.

Welcher Art diese Modelle sind, ist in erster Linie gleichgültig, frei nach dem chinesischen Spruch, daß die Farbe der Katze egal ist, solange sie Mäuse fängt. Verschiedene Leute erfinden verschiedene Modelle, und alle Modelle bilden die Realität mehr oder weniger genau ab. So wird von dem berühmten Mathematiker Hilbert der Spruch überliefert, dass es ebenso gut möglich sei, die Geometrie (statt über Punkt, Gerade, Fläche) über "Bierkrug, Bank und Tisch" zu definieren.

Ein solches Gedankenmodell ist wegen unserer eigenen begrenzten Erkenntnisfähigkeit ebenfalls begrenzt gültig und mehr oder minder fehlerhaft. Es muss laufend überprüft und iterativ verbessert werden. Mit Hilfe der Modelle entwickeln wir eine Theorie, die mit einem Satz mathematischer Gleichungen arbeitet. Diese Theorie versuchen wir mit physikalischen Experimenten zu beweisen. Darüber hinaus versuchen wir, durch Auslegung der beschreibenden mathematischen Gleichungen, neue bisher unbekannte Effekte vorauszusagen.

Zu dieser Vorgehensweise in der Physik muss man folgendes anmerken:

Wenn wir solche Theorien und Gleichungen betrachten, dann reden wir nicht über die unmittelbare physikalische Realität, denn wir haben zwischen die Realität und die Theorie notgedrungen eine Abstraktionsebene eingeschoben, unsere Modellvorstellung nämlich. Wir bewegen uns gedanklich innerhalb unseres Modells, und wir können keine tieferen Erkenntnisse erwarten, als das Modell erlaubt. Wir benötigen also Modelle, die nicht zu stark vereinfacht sind, sonst kommen wir zu unzulässigen Schlüssen.

Wie überprüft man die Gültigkeit eines Gedankenmodells oder einer darauf fußenden Theorie? Mit einem "Schlüsselexperiment", einem "experimentum crucis", so dachte man vom Mittelalter bis in die Neuzeit. Im Falle Einsteins war dies das berühmte Sonnenfinsternis-Experiment von Eddington. Nun lehrt uns aber der große Philosoph Karl Popper, dass *es nicht möglich ist, die Gültigkeit einer Theorie experimentell nachzuweisen, sondern allenfalls eine Theorie mit einem Experiment zu falsifizieren.*

Das heißt, wenn man einen einzigen Widerspruch findet, dann ist die Theorie zu verwerfen bzw. grundlegend zu überarbeiten. Leider hat Popper vor tauben Ohren gepredigt. Es gibt zahlreiche Widersprüche, die einfach ignoriert werden oder als Paradoxon bezeichnet werden.

Wir können die Gültigkeit einer Theorie **nicht** mit einem Experiment beweisen, sondern, wie uns Karl Popper lehrt, höchstens das Gegenteil. Das leuchtet sofort ein, wenn man sich vorstellt, *dass zwei Theorien denselben physikalischen Effekt auf verschiedene Weise begründen. Wenn man nun experimentell diesen Effekt nachweist: wie will man dann sagen, welche der beiden Theorien "bewiesen" ist?* Möglich ist nur das Gegenteil: wenn ein Experiment der Theorie widerspricht, dann ist die Theorie falsch und zu korrigieren. Und unter Umständen muss man nicht nur die Theorie, sondern auch das zugrunde liegende Modell verwerfen.

Wo stehen wir heute in der Physik? Es dominiert der Empirismus. Das Spektrum der modernen Experimentalphysik ist ungemein breit geworden. Wir werden überflutet mit Erkenntnissen, die aus immer mehr Spezialgebieten kommen. Keiner der Spezialisten kann alle Gebiete in gleicher Tiefe überblicken, also neigt er dazu, zu sagen: "Meine Ergebnisse sind fundiert, alles andere wird wohl genauso fundiert sein." Das ist aber beileibe nicht so. Man verwendet Theorien, die auf über hundert Jahre alten Modellvorstellungen beruhen und gegen unbestrittene physikalische Gesetze verstoßen (z.B. gegen die Energieerhaltung), ohne diese Theorien neu zu überdenken.

Dies ist aber dringend nötig. So dringend, dass manche sogar von einer „Sinnkrise in der modernen Physik“ sprechen. Also machen wir einen neuen Anlauf.

1.2 Gängige Modelle

Der Mensch neigt dazu, sich von der Welt eine möglichst einfache Vorstellung zu machen.

Wir wollen nun gängige Modelle etwas genauer betrachten. Jedes Modell muss sich auf physikalische Vorgänge beziehen. Ein physikalischer Vorgang ist immer eine Wechselwirkung zwischen mindestens zwei energetischen Entitäten (Energiepaketen, wobei wir auch materielle Objekte als Energiepakete auffassen). Dabei gilt immer das Gesetz der Energieerhaltung, das heißt, die Energie kann sich wohl in eine andere Energieform umwandeln, aber niemals einfach verschwinden.

Es gibt nebeneinander verschiedene Modelle von unterschiedlicher Komplexität, was durchaus praktikabel ist. Je mehr wir aber über einen physikalischen Vorgang herausfinden wollen, desto genauer müssen wir ihn modellieren.

In der Mechanik haben wir das einfachste Modell, das dem „gesunden Menschenverstand“ am meisten vertraut ist. Materie wird als Massepunkt oder als strukturlose homogene Masse betrachtet, die sich im leeren Raum befindet. Die Materie hat eine definierte Grenze und befindet sich innerhalb dieser Grenze, wie eine Nuss, die innerhalb ihrer Schale konzentriert ist. Außerhalb der Schale ist „Nicht-Nuss“, idealerweise Vakuum. (Diese Vorstellung ist der erste Sündenfall der Physik, wie wir weiter unten sehen werden.)

Der Raum wird über Koordinatensysteme beschrieben. (Achtung: Koordinatensysteme sind "Gedankendinge", die nur in unserer Vorstellung existieren, aber nicht in der physikalischen

Realität, während Masse bzw. Energie real existieren. Man kann also durch Koordinatentransformationen die Masse oder Energie nicht beeinflussen!)

Mit diesem Modell kommt man schon recht weit: man kann Geschwindigkeiten, Beschleunigungen berechnen, Kraftgesetze, die kinetische und die potentielle Energie... allerdings kann man diese Energieformen nur berechnen, man kann nicht sagen, wo und wie sie gespeichert werden, oder was sie bedeuten. Man kann auch nicht sagen, was Masse eigentlich ist, sondern nimmt ihre Existenz einfach als gegeben an. Trotzdem hat dieses Modell seine Berechtigung im täglichen Leben, es taugt aber nicht zur Beschreibung universaler Zusammenhänge.

Problematisch wird dieses Modell, sobald man Fernwirkungen erklären will. Was bedeutet eine Wechselwirkung in einem Feld? Diese Frage hat die großen Physiker bewegt.

So stürzte die Entdeckung des Gravitationsgesetzes Newton in ein tiefes Dilemma. Er konnte zwar Planetenbahnen und Gravitationskräfte berechnen, wollte aber nicht hinnehmen, dass diese Kräfte durch das Nichts in der Ferne wirken:

Er schrieb '... dass ein Körper über eine Distanz durch ein Vakuum hindurch auf einen anderen Körper ohne Vermittlung durch etwas Anderes einwirken kann, ist für mich eine derart große Absurdität, dass meines Erachtens kein Mensch, der philosophische Dinge kompetent bedenken kann, je auf so etwas hereinfließen könnte'

Das verwendete Gedankenmodell ist nicht mehr genau genug. Bisher wurden die wechselwirkenden physikalischen Entitäten durch Masse und Bewegung im Raum erfasst. Nun kam die Vorstellung des Feldes hinzu.

Nochmals zur Erinnerung: wir haben zwei irgendwie strukturierte Energiepakete, die miteinander wechselwirken, wobei die Gesamtenergie erhalten bleibt. Die Energiepakete modellieren wir (indem wir sie gedanklich gliedern) als Masse + Feld + Raum, um die Bewegung, die mit dem Energieaustausch verbunden ist, berechnen zu können. Unser mathematisches Instrumentarium erlaubt es uns, Masse, Feld und Raum unabhängig von einander zu behandeln. Dies kann aber zu Fehlschlüssen führen, da diese drei allesamt Aspekte des einzig existierenden, des Energiepaketes, sind. Leeren Raum ohne Felder gibt es nicht, ebenso wenig Masse ohne Feld.

Auch Einstein verwendet im Prinzip das gleiche Gedankenmodell, Masse + Feld + Raumzeit. Er erklärt viele der inzwischen experimentell verifizierten Ergebnisse mit den Eigenschaften der Raumzeit. Trotzdem ist er mit der Situation nicht zufrieden. So sagt Einstein in seiner Rede am 5.5.1920 an der Universität Leiden:

'Zusammenfassend können wir sagen: 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, also auch keine räumlich-zeitliche Entfernungen im Sinne der Physik. Dieser Äther darf aber nicht mit der für ponderable Medien charakteristischen Eigenschaft ausgestattet gedacht werden, aus durch die Zeit verfolgbaren Teilen zu bestehen; der Bewegungsbegriff darf auf ihn nicht angewandt werden'.

Spätestens seit dem Michelson-Morley Experiment gilt dann der Äther als obsolet. Auswirkungen der Materie werden gedanklich von der Materie getrennt und dem umgebenden leeren Raum zugeschrieben.

1.3 Der Sündenfall

Alle diese Modelle haben etwas gemeinsam, was auf den ersten Blick aber nicht auffällt, nämlich **die gedankliche Trennung von Raum und Materie**, was aber die Ursache für viele Missverständnisse und Paradoxa ist: *sie zerschneiden die wechselwirkenden physikalischen Entitäten gedanklich in Teile und wenden das mathematische Instrumentarium nur auf eine Untermenge der Teile an.*

So konnte es in der Folge dazu kommen, dass man dem leeren Raum Eigenschaften zuschreibt, beispielsweise eine Krümmung, die auf Materie wirken kann, d.h. das „Nichts“ wechselwirkt mit dem „Etwas“, der Materie. Oder der leere Raum soll expandieren können und und und. Dabei gibt es aber große Probleme mit der Impulserhaltung und der Energieerhaltung!

Wir müssen zurück zur Definition der Materie, wir brauchen ein anderes Modell !
Ein Modell, das zu allen Beobachtungen und Messungen konsistent ist!
Und dabei müssen wir stets die **Energieerhaltung** und die **Wechselwirkung** beachten.

1.4 Weiteres Vorgehen

Wie wollen wir nun weiter vorgehen? Zuerst will ich im nächsten Kapitel ein neues Materiemodell vorstellen. Dabei stütze ich mich stark auf die Ideen von Prof. Paul Marmet, die auf seiner Website www.newtonphysics.on.ca nachzulesen sind.

Prof. Paul Marmet zeigt didaktisch gut, theoretisch untermauert und konsequent zu Ende gedacht, wie weit man mit klassischer Physik kommt, wenn man strikt die Energieerhaltung berücksichtigt und keine unzulässig vereinfachten Gedankenmodelle anwendet. Damit gelingt es ihm, wesentliche Forderungen der Relativitätstheorie klassisch abzuleiten und ihre Paradoxien/Fehler aufzuzeigen.

Damit kommt man zu widerspruchsfreien und konsistenten Erklärungen für die beobachteten Phänomene und in der Folge zu einem neuen Weltbild.

Was wir **nicht** tun werden: uns an der Diskussion pro / kontra SRT/ART beteiligen. Hier geht es darum, ein neues logisches Gedankengebäude zu errichten, wobei wir Bausteine verwenden können, die zu Einsteins Zeiten noch nicht verfügbar waren. Urteilen Sie selbst über Ähnlichkeiten und Unterschiede!

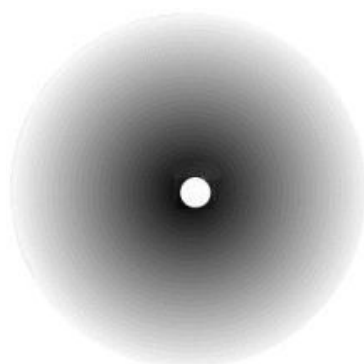
2 Ein neues Materiemodell

2.1 Das Modell, demonstriert am Elektron

Wer sagt eigentlich, dass die Materie eine feste Grenze, einen Rand hat? Nur die Anschauung im makroskopischen Alltag. Ist dies berechtigt?

Wir wollen der Frage am Beispiel des Elektrons nachgehen. Ein Elektron wird als Teilchen mit einem Radius (dem klassischen Elektronenradius R_e) beschrieben, und außerhalb des Elektrons befindet sich sein Elektrisches Feld, das mit $1/r^2$ abnimmt. Wieso das Elektron bei Bewegung kinetische Energie aufnimmt, kann nicht erklärt werden, das ist eben so. Das Elektron wird hierbei willkürlich zerschnitten in ein "Kügelchen" (mit Spin und Ruhemasse) und ein Feld.

Wir wollen aber das physikalische Energiepaket namens „Elektron“ nicht zerschneiden, sondern ganzheitlich betrachten. Das Feld ist nämlich Teil des Elektrons, seine Energie steckt in dem Feld. Ein Elektron ist also genau betrachtet unendlich groß, wobei es nach außen mit $1/r^2$ immer "dünner" wird, und es hat eine Art Kern mit dem Radius R_e . Dies kann man so veranschaulichen wie Marmet in seinem Artikel:



Ruhendes Elektron

Daraus folgt, dass nirgends im Universum ein Teilchen einsam und allein seine Bahn ziehen kann, sondern dass jedes Teilchen mit der Gesamtheit aller anderen Teilchen im Universum wechselwirkt. Das Teilchen fliegt nämlich nicht durch ein Vakuum, sondern durch die Überlagerung der äußeren Anteile aller anderen Teilchen des Universums. Diese Überlagerung übernimmt die Aufgaben, die man früher dem Äther zugeordnet hat. Einen eigenständigen Äther brauchen wir also nicht, um die Fernwirkungen zu erklären.

Das Elektron kann mit seinen Kollegen über große Entfernung wechselwirken, da es sich mit diesen immer noch berührt bzw. den von diesen eingenommenen Raum durchdringt. Diese Wechselwirkung ist die Ursache für den "relativistischen Massenzuwachs", also die bei Bewegung zugeführte kinetische Energie.

Die kinetische Energie (Bewegungsenergie) ist die Energie, die in der Bewegung eines Körpers enthalten ist. Sie wird im bewegten Körper gespeichert und kann ihm auch wieder entnommen werden. Wie verändert sich die Materie dabei? Wir wollen zuerst die Verhältnisse beim Elektron betrachten und dann bei einem kompletten Atom.

Man kann mit Marmet zeigen, dass die kinetische Energie in dem durch die bewegte Ladung aufgebaute Magnetfeld steckt. Marmet schreibt in seinem Artikel [Fundamental Nature of Relativistic Mass and Magnetic Fields](#) /1/:

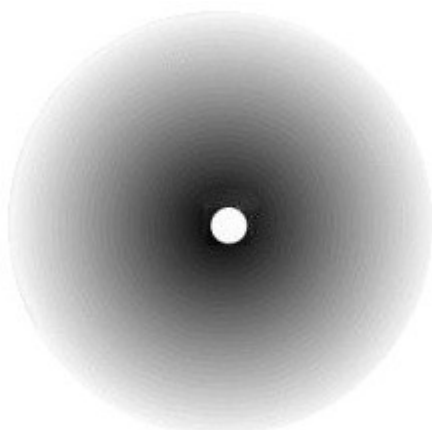
"Die Relativitätstheorie liefert uns eine Beziehung, die die relativistische Massenzunahme bewegter Partikel beschreibt, aber sie hat kein physikalisches Modell, das den grundlegenden Mechanismus beschreibt, der für diese Massenzunahme verantwortlich ist. Wir zeigen hier, dass diese zusätzliche kinetische Masse mit einem wohlbekanntem Mechanismus erklärt werden kann, der die elektromagnetische Energie einbezieht. Dies geht, wenn man das von der fliegenden Ladung erzeugte Magnetfeld berücksichtigt, das mit der Biot-Savart Gleichung berechnet wird. Wir zeigen, dass die Energie des von einem fliegenden Elektron erzeugten Magnetfeldes, umgerechnet in Masse, immer gleich der relativistischen Masse $M_0(\gamma - 1)$ ist, wie sie in Einsteins Relativitätstheorie abgeleitet wird. Daher kann der relativistische Parameter γ mit Hilfe der elektromagnetischen Theorie berechnet werden."

Wenn wir das Elektron als Gesamtheit betrachten, brauchen wir keine rätselhafte Fernwirkung, wir können sogar erklären, wo die kinetische Energie gespeichert wird. Wir müssen uns nur von der alltäglichen Anschauung lösen: die Materie ist nicht so scharf begrenzt wie wir sie sehen, sondern sie hat eine "fein verdünnte" größere Ausdehnung, die sich in Feldern manifestiert. Das äußere Feld existiert - da es ein untrennbarer Teil des Elektrons ist - von Anfang an mit dem Elektron. Es breitet sich daher nicht mit irgendeiner Geschwindigkeit aus, sondern "es ist".

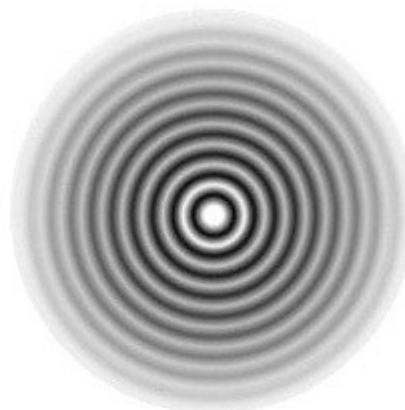
Entsprechendes gilt auch für das Proton, das sich im Außenbereich analog zum Elektron verhält, weswegen sich die Ladungen auch aufheben können. Das Proton reicht aber weiter nach Innen, sein Radius ist entsprechend der höheren Masse kleiner.

Entgegen der alltäglichen Anschauung sind die Elementarteilchen um so kleiner, je mehr Energie sie enthalten!

Wie könnte man sich ein Elektron vorstellen, das sich bewegt? Es erzeugt ein Magnetfeld, in dem seine kinetische Energie gespeichert ist. Marmet schlägt ein Wirbelmodell vor, das mit der De Broglie - Wellenlänge kompatibel ist. Diese ringförmigen Wirbel würden mit dem Elektron mitfliegen und diesem die in Doppelspaltexperimenten beobachtete Querausdehnung geben. Man kann sich diese Wirbel etwa so vorstellen wie in der rechten Abbildung.



Ruhendes Elektron



Bewegtes Elektron

Die beiden Abbildungen sind aus [Fundamental Nature of Relativistic Mass and Magnetic Fields](#)

entnommen.

Nun stellt sich die Frage: Wirbel worin? Unser Elektron ist nicht allein im Weltraum, sondern unter unendlich vielen anderen Teilchen, deren äußerste Feld-Reste sich überlagern bzw. addieren, weil sie unendlich groß sind. Wenn sich das Elektron durch diese Überlagerungs-Suppe pflügt, kommt es als Wechselwirkung zu besagten Wirbeln.

Die kinetische Energie ist also eine Folge der Wechselwirkung mit dem Rest des Universums. Dieses Elektronenmodell hat den Vorteil, dass es

- den "relativistischen" Massenzuwachs physikalisch erklärt,
- mit der Wechselwirkung begründet und
- außerdem mit De Broglie kompatibel ist.

2.2 Folgerungen

Halten wir als wesentliche Aussage fest:

Die Materie ist nicht so scharf begrenzt wie wir sie sehen, sondern sie hat eine "fein verdünnte" größere Ausdehnung, die sich in Feldern manifestiert. Jedes Teilchen wechselwirkt mit der Überlagerung der äußeren Anteile aller anderen Teilchen im Universum. **(1)**

Daraus folgt unmittelbar die Erkenntnis:

Jede Bewegung eines jeden Teilchens bedeutet eine Wechselwirkung mit der Gesamtheit aller anderen Teilchen: durch diese Wechselwirkung ändert sich der Energieinhalt des Teilchens, seine kinetische oder seine potentielle Energie. **(2)**

*Auf diese Überlagerung der äußeren Anteile aller Teilchen im Universum beziehen sich alle Bewegungen der Teilchen. Dies ist ein absolutes, universelles Referenzsystem, das durch die Gesamtheit aller Materie im Universum bestimmt wird. Wir definieren als Ruhezustand den Mittelwert der Geschwindigkeiten aller Teilchen im Universum. **(3)***

Der Energieinhalt ist also abhängig von der *absoluten* Geschwindigkeit eines Teilchens, bezogen auf den so definierten Ruhezustand und entsteht durch eine Wechselwirkung. Wenn sich die Geschwindigkeit ändert, dann ändert sich auch der Energieinhalt. Dies bedeutet auch: durch den veränderten Energieinhalt muss sich zwangsläufig auch die innere Struktur der Teilchen ändern, denn die Energie wird irgendwo gespeichert und ist wieder abrufbar. Es ist nicht zulässig, sie über Koordinatentransformationen verschwinden zu lassen. Koordinatensysteme und Koordinatentransformationen sind keine physikalischen Vorgänge, sondern Mathematik. Physik bedeutet immer Wechselwirkung und Energieaustausch.

Jedes Teilchen, das sich im Äther bewegt, trägt die Information über seinen Bewegungszustand (als kinetische Energie) mit sich wie ein kleiner Kreisel, und zwar nach Betrag und Richtung.

Die Größe der kinetischen Energie bezieht sich immer auf dieses absolute Referenzsystem, das verlangt die Erhaltung der Energie.

Wir erkennen hier, welche ungeheuren Konsequenzen sich ergeben, wenn man die gedankliche Trennung von Materie und Feld aufgibt!

Die Aussage „es gibt ein absolutes Referenzsystem“ steht bewusst im Gegensatz zur Relativitätstheorie. Sie folgt aber zwangsläufig aus den Grundvoraussetzungen, wenn man die Modellvorstellungen verfeinert. Nun sind wir aber gezwungen, die von der Relativitätstheorie geforderten und zweifelsfrei gemessenen Effekte in den folgenden Kapiteln neu zu erklären. Dabei wird sich zeigen: es ist möglich, es ist einfacher, die Erklärungen beruhen auf physikalischen Beobachtungen und nicht auf der Diskussion von Gleichungssystemen.

3 Wie verändert sich ein Atom bei Energiezufuhr

3.1 Die Kinetische Energie des Atoms

Die Erhöhung der kinetischen Energie bewirkt eine Vergrößerung der Materie.

In der Relativitätstheorie wird eine Kontraktion in Bewegungsrichtung gefordert, ohne erklären zu können, wie dies physikalisch vonstatten gehen soll. Hier wird mit Marmet gezeigt, daß und wie die grundlegenden Gesetze der Quantenmechanik zu einer dreidimensionalen Vergrößerung der Materie führen. Der Effekt ist reversibel und stimmt mit allen Beobachtungen überein.

Die kinetische Energie (Bewegungsenergie) ist die Energie, die in der Bewegung eines Körpers enthalten ist. Aber wo steckt diese Energie?

Die Frage ist berechtigt, denn wenn wir einem Körper kinetische Energie zuführen, muss diese wegen dem Gesetz der Energieerhaltung irgendwo bleiben.

Die Energie wird in der Struktur der Materie gespeichert, wie Marmet in seinem Artikel Natural Length Contraction Mechanism Due to Kinetic Energy zeigt.

Wie kann man das anschaulich erklären? Also, vereinfacht dargestellt: Wie im Bohrschen Atommodell beschrieben wird, umkreisen die Elektronen den Atomkern. Der Bahnradius der Elektronen (für das unterste Elektron heißt das der Bohrsche Radius) stellt sich so ein, dass die Anziehungskraft zwischen Elektron und Proton (Coulombsches Gesetz) gleich der Zentrifugalkraft auf das umlaufende Elektron ist.

Wenn die Atome schneller bewegt werden, führt die Erhöhung der kinetischen Energie zu einer größeren Elektronenmasse. Dadurch wächst letztlich der Bahnradius an. Dies bewirkt eine Vergrößerung der physischen Abmessungen der Materie, da diese von den Bahnradien (Abmessungen der Elektronenhülle) abhängen.

Damit werden die Energieniveaus innerhalb des Atoms kleiner, was unter anderem dazu führt, dass von dem Atom abgestrahltes Licht langwelliger wird und als Atomuhr langsamer tickt. (Diese Effekte werden von der Quantenmechanik gefordert und sind durch tausendfache Messungen erhärtet.)

Und ebenso wichtig ist: diese Effekte sind reversibel, d.h. wenn das Atom wieder auf seine Ausgangsgeschwindigkeit gebracht wird, schrumpft es auf seine Ausgangsgröße.

Es handelt sich also um eine **beobachtbare** Größenänderung (siehe Emissions- u. Absorptionsbanden) und nicht um eine hypothetische Raumzeitverzerrung. Die Größenänderung ist dreidimensional, nicht nur in Bewegungsrichtung, wie früher aufgrund eines unzureichenden Materiemodells spekuliert wurde.

(Anmerkung: Die diskutierte Größenänderung bezieht sich auf die Atome, nicht auf die Elementarteilchen, die um so kleiner werden, je mehr Energie sie enthalten.)

Folgerungen

Mit wachsender Geschwindigkeit

- wird der Bohrsche Radius größer
- die äußeren Abmessungen der Materie werden größer
- deshalb wird ein mitgeführter Meterstab länger
- die Vorgänge im Atom werden langsamer
- deshalb tickt eine mitgeführte Atomuhr langsamer

Die Effekte sind reversibel, das heißt bei geringerer Geschwindigkeit wird der Bohrsche Radius wieder kleiner usw. Dies alles stimmt mit den Beobachtungen und Messungen überein.

Eine der wichtigsten Erkenntnisse (wir werden noch darauf zurückkommen) hieraus ist:

Wir müssen darauf achten, in welchem System wir messen. Ein mitgeführter Referenz - Meterstab hat je nach Geschwindigkeit eine andere Länge, die mitgeführte Atomuhr tickt mit einer anderen Frequenz. Wir müssen unterscheiden zwischen lokalen und absoluten Maßeinheiten.

Angenommen, wir befinden uns in einem Labor mit lokalen Maßeinheiten. Wir haben einen Meterstab hergestellt. Wenn wir nun mit dem Labor losfliegen, befinden wir uns in einem bewegten System. Unser Meterstab und unsere Uhr verändern sich, aber das merken wir innerhalb des Labors nicht. Der Meterstab wird um den Faktor γ länger, die Uhr tickt um den Faktor γ langsamer.

Wenn wir bei einem lokalen Experiment die Geschwindigkeit messen, kürzt sich der Faktor γ heraus, und wir messen immer noch die gleiche Geschwindigkeit. Lokal gelten die selben Gleichungen, aber mit anderen Einheiten, und wir haben *physikalisch veränderte Materie* an Bord.

3.2 Die potentielle Energie

Wir haben im Kapitel über die kinetische Energie gesehen, dass die Zufuhr dieser Energie den Bohrschen Radius vergrößert. Wir werden sehen, dass die Zufuhr von potentieller Energie den Bohrschen Radius verkleinert, bzw. die Entnahme von potentieller Energie den Bohrschen Radius vergrößert. Auch dies stimmt mit den Beobachtungen und den Forderungen der Quantenmechanik überein.

Die Potentielle Energie (Lageenergie) ist die Energie, die einem Körper zugeführt wird, wenn er in einem Gravitationsfeld angehoben wird.

Wir fragen uns wieder, wo sich diese Energie verbirgt, denn nach dem Gesetz der Energieerhaltung muss die mühsam zugeführte Energie ja irgendwo bleiben. Auch hier zeigt sich wieder, dass sie in der Struktur der Materie steckt.

Dies leitet Marmet detailliert in folgendem Artikel her: [Natural Physical Length Contraction Due to Gravity](#). Ich will den Zusammenhang kurz beschreiben:

Wenn wir Materie in einem Gravitationsfeld nach unten sinken lassen, können wir ihr Energie entziehen (z.B. im Speicherkraftwerk). Diese Energiedifferenz wird der Materie entzogen. Daher wird die Masse kleiner, wenn sie in ein tieferes Gravitationspotential gebracht wird, also z.B. näher an einen Stern.

Dies hat aber noch weitere Folgen, entsprechend wie im Kapitel mit der kinetischen Energie. Da die Masse des Elektrons kleiner wird, wird auch der Bohrsche Radius größer und die abgestrahlten Spektren rötlicher. Diesen Effekt haben Pound und Rebka in ihrem Experiment in Harvard nachgemessen.

Die Energieerhaltung ist bei diesem Modell berücksichtigt, und zusätzlich erkennen wir hier das Walten der Wechselwirkung: je näher ein Atom den anderen Atomen eines gravitativen Objektes kommt, desto weiter wird seine Struktur durch die gegenseitige Anziehung auseinandergezerrt.

Es ist wichtig, diese Erkenntnis festzuhalten: wenn Materie auf einen Stern stürzt, strahlt sie die potentielle Energiedifferenz ab, und gleichzeitig verändert sie sich.

Folgerungen

Das Erhöhen der potentiellen Energie führt zu dem entgegengesetzten Ergebnis wie bei der kinetischen Energie. Der Unterschied kommt davon, dass bei der Zufuhr von kinetischer Energie auch eine Impulsübertragung stattfindet, bei der potentiellen aber nicht.

Das Erhöhen der potentiellen Energie bewirkt:

- der Bohrsche Radius wird kleiner
- die äußeren Abmessungen der Materie werden kleiner
- deshalb wird ein mitgeführter Meterstab kürzer
- die Vorgänge im Atom werden schneller
- deshalb tickt eine mitgeführte Atomuhr schneller (Pound und Rebka Experiment)
- Strahlung, die von einem massiven Objekt stammt, ist rotverschoben

Die Effekte sind reversibel, das heißt bei geringerer potentieller Energie wird der Bohrsche Radius wieder größer usw.

Auch diese Erkenntnisse wurden ohne Anwendung der Relativitätstheorie gewonnen. Weiter ist hervorzuheben, dass die Strahlung, die aus einem tiefen Gravitationspotential kommt, nicht auf dem Weg aus dem Potentialtopf heraus rotverschoben wird, sondern schon rotverschoben im Potentialtopf entsteht, weil die Atome andere Abmessungen haben.

Es ist wieder zu beachten, in welchem System wir messen. Ein mitgeführter Referenz - Meterstab hat je nach Gravitationspotential eine andere Länge, die mitgeführte Atomuhr tickt mit einer anderen Frequenz. Wir müssen unterscheiden zwischen lokalen und absoluten Maßeinheiten.

4 Lokale und absolute Maßeinheiten

Wir haben in den letzten Kapiteln gesehen, dass die Masse und die äußeren Abmessungen der Materie von der absoluten Geschwindigkeit bzw. dem Gravitationspotential abhängen, ebenso wie die Clockfrequenzen. Somit ändern sich die Längen- und Zeitreferenzen. Es ist daher nötig, zu unterscheiden, in welchem System (bewegt oder stationär) mit welchen Maßeinheiten gemessen wird.

Eine ganz detaillierte Abhandlung findet man in [Einstein's Theory of Relativity versus Classical Mechanics](#), Chapter 4. Dort berechnet Marmet die Periheldrehung des Merkur, was aber eine systematische Diskussion der Frage "was messe ich in welchem System" erfordert. Übrigens: ich vermeide absichtlich das Wort "Zeitdehnung". Was ist Zeit? Halten wir uns an den physikalischen Vorgang: die Uhr tickt langsamer, die Clockfrequenz sinkt.

4.1 Physikalische Gleichungen

Marmet schreibt: *Wir müssen berücksichtigen, dass sich sowohl die Materie als auch die Referenzeinheiten gleichzeitig mit der Bewegung ändern und daher betonen, dass man eine physikalische Größe nicht einfach als "Anzahl von Referenzeinheiten" definieren kann, wie das üblicherweise gemacht wird. Eine physikalische Größe ist etwas anderes als eine mathematische Größe.*

Eine physikalische Größe ist eine absolute Größe, definiert als das Produkt von der Anzahl der Referenzeinheiten, multipliziert mit der Größe der passenden Referenzeinheiten.

4.2 Absolute Referenzeinheiten

Früher hat man 1m mit dem Urmeter definiert. Man kann 1m definieren als $1/299792458$ der Strecke, die das Licht in 1s zurücklegt. Beides ist aber nicht in beliebigen Referenzsystemen möglich, da die Längen im bewegten System größer und die lokalen Sekunden länger werden.

Wir definieren also die absoluten Referenzeinheiten im Weltraum, weit weg von allen Massen. 1m sei $1/299792458$ der Strecke, die das Licht in 1s zurücklegt, wobei die Sekunde mit einer im freien Weltraum ruhenden Uhr gemessen wird.

4.3 Lokale Maßeinheiten

Wenn man einen ruhenden Meterstab herstellt und dann bewegt, dann wächst seine Länge mit dem Faktor γ .

Angenommen, wir befinden uns in einem Labor mit lokalen Maßeinheiten. Wenn wir nun mit dem Labor losfliegen, befinden wir uns in einem bewegten System. Unser Meterstab und unsere Uhr verändern sich, aber das merken wir innerhalb des Labors nicht. Mit den Indices v..bewegt, s..stationär gilt:

$$\text{Länge: } s_v = \gamma s_s$$

$$\text{Zeit: } t_v = \gamma t_s$$

Wenn wir bei einem lokalen Experiment die Geschwindigkeit messen, gilt

$$v_v = s_v/t_v = (\gamma s_s)/(\gamma t_s) = s_s/t_s$$

Lokal gelten die selben Gleichungen, aber mit anderen Einheiten, und wir haben physikalisch veränderte Materie an Bord.

Entsprechendes gilt auch, wenn wir mit unserem Labor nicht losfliegen, sondern in einem anderen Gravitationspotential landen. Auch dort haben wir andere lokale Einheiten.

Wenn wir aus dem Laborfenster sehen, können wir feststellen, dass sich die Spektren der Sterne verschoben haben. Auch wenn wir lokal die gleichen Zahlenwerte aus einer Gleichung erhalten (was Einstein zu seinem Invarianzprinzip verleitet hat), haben wir doch eine andere lokale physische Beschaffenheit (Bohr-radius, Spektren,...) und wir können dies von außen messen.

Grundsätzlich gilt: wir müssen innerhalb eines konsistenten Maßsystems bleiben. Wir dürfen die vier Fälle nicht verwechseln: Ruhemasse im stationären bzw. im bewegten System gemessen, sowie bewegte Masse im stationären bzw. im bewegten System gemessen.

4.4 Zusammengefasst

In jedem bewegten System und in jedem Gravitationspotential haben wir unterschiedliche Referenzeinheiten. Wenn wir die lokalen physikalischen Vorgänge mit den passenden lokalen Maßeinheiten messen, stellen wir subjektiv keinen Unterschied fest. Der Grund dafür ist nicht ein abstraktes Relativitätsprinzip, sondern ein realer physikalischer Effekt: die lokalen Maßstäbe haben sich wegen der zugeführten (bzw. abgegebenen) Energie verändert.

Die verschiedenen (bewegten / gravitativen) Systeme sind aber nicht gleichwertig, da sie alle ein verschiedenes Energieniveau haben. Diese Energieniveaus kann man messen. Die Energieniveaus sind verschieden wegen der Wechselwirkungen zwischen dem lokalen und dem universalen Referenzsystem (= Überlagerung der äußeren Anteile aller Teilchen im Universum).

Hier möchte ich nochmals hervorheben: Marmet leitet die sonst mit der Relativitätstheorie (SRT, ART) erklärten Phänomene auf „klassischem Wege“ ab, und dies in sich konsistent und widerspruchsfrei, wobei die Energieerhaltung gewährleistet ist. Und das obendrein ohne ein einziges Paradoxon!

5 Das Licht

Was das Licht betrifft, gibt es viele Missverständnisse. Ein Teil kommt daher, dass es ein großer Unterschied ist, ob man ein einzelnes Photon betrachtet oder das Licht als Summenphänomen. Darum zuerst die obligate Klärung der Begriffe. Anschließend gehen wir auf ein neues Modell für das Photon ein.

5.1 Licht versus Photon

Was ist Licht? Im täglichen Leben kommt das Licht von einer Quelle, breitet sich kugelförmig aus und wird mit wachsendem Abstand r von der Lichtquelle immer schwächer, und zwar proportional $1/r^2$. Ferner wissen wir, dass das Licht aus Photonen besteht.

Nun müssen wir genauer hinsehen, denn "Licht" und Photonen haben verschiedene Eigenschaften. So wird das Licht mit der Entfernung schwächer, das Photon aber nicht! Ein einzelnes Photon transportiert immer die gleiche konstante Energiemenge, egal wie lange es unterwegs ist. Das kann man auch experimentell verifizieren, ein grünes Photon vom Sirius bewirkt das gleiche wie eine grünes aus dem Labor. (Für die Erklärung des photoelektrischen Effektes erhielt Einstein übrigens seinen Nobelpreis.)

Im Alltag nehmen wir das Licht als statistisches Phänomen war, genauer gesagt als Summe einer sehr großen Anzahl Photonen, die in alle Richtungen gleichverteilt abgestrahlt werden. Die Photonendichte sinkt proportional $1/r^2$, nicht die Energie der einzelnen Photonen.

Die Energie des Lichtes ist laut Planck proportional zur Frequenz:

$$E = h \cdot \nu$$

mit h = Plancksches Wirkungsquantum (Dimension: Energie*Zeit). Das ist allerdings summarisch betrachtet, für eine große Anzahl Photonen beliebiger Kohärenzlänge. Dann gilt, dass das Licht um so mehr Energie transportiert, je mehr Schwingungen pro Sekunde es hat.

Wie ist es, wenn wir ein einzelnes Photon nehmen? Betrachten wir einmal den folgenden Fall. Je nach Lichtquelle gibt es Lichtpakete mit gleicher Frequenz, aber unterschiedlicher Kohärenzlänge. Die Kohärenz-Zeit gibt an, wie lange das Lichtpaket = Photon dauert, siehe weiter unten.

Wir nehmen also zwei grüne Photonen, eines hat die vierfache Kohärenzlänge des anderen. Dann ist auch die Energie des längeren viermal so groß.

Die Energie eines einzelnen Photons mit der Kohärenzzeit T_c ist:

$$E = h \cdot \nu \cdot T_c = h \cdot n$$

wobei n = gesamte Anzahl der Schwingungen des Wellenpaketes. Nun hat h aber die Dimension Energie * Zeit. In der obenstehenden Gleichung benötigen wir ein h mit der Dimension Energie. Offenbar ist in der Planckschen Formel die versteckte Dimension Zeit enthalten, da die Anzahl der Schwingungen auf 1sec hochgerechnet wird.

$$E = h_{(\text{Planck})} * \nu = h_{(\text{Energie})} * 1\text{sec} * \nu$$

mit $\nu = n/1\text{sec}$. Für *ein* Photon gilt, daß :

$$E = h_{(\text{Energie})} * n$$

Als Beispiel können wir zwei Photonen betrachten, die die gleiche Anzahl Schwingungen haben, aber unterschiedliche Frequenz. Beide transportieren die gleiche Energiemenge. Wenn wir allerdings unendlich viele dieser Photonen nehmen, dann haben wir gedanklich eine unendliche Kohärenzlänge und dann ergibt die Plancksche Formel eine Gesamtenergie proportional zur Frequenz.

Man kann ein "*Grundphoton*" mit $n=1$ definieren: es transportiert die kleinstmögliche Energiemenge in 1 Schwingung. Eine Frequenz bzw. eine Wellenlänge kann man ihm nicht zuordnen, das geht erst ab zwei Schwingungen.

Wir müssen also genau unterscheiden, ob wir "Licht" oder Photonen betrachten. Was wissen wir bisher über das Photon? Es ist:

- ein Wellenpaket endlicher Länge (Kohärenzlänge)
- das Wellenpaket hat eine Ausdehnung quer zur Bewegungsrichtung
- seine Struktur ist zeitlich konstant: das Paket divergiert nicht, es wird nicht schwächer
- seine Energie ist proportional der Anzahl der Schwingungen
- es hat einen Impuls

Aus der Aufzählung kann man schon erkennen, dass weder ein Wellen- noch ein Korpuskelmodell das Photon hinreichend beschreiben. Die mathematische Beschreibung von Wellen geht von unendlich langen Wellenzügen aus und modelliert endliche Wellenpakete mit einem Kniff (Fouriersynthese). Den Mechanismus der Impulsübertragung kann man sich besser vorstellen, wenn man das Photon als Punktmasse modelliert, aber wie gesagt, beides sind nur Teilaspekte, die man mit jeweils speziell zugeschnittenen Messaufbauten erfassen kann. Es ist albern, in diesem Zusammenhang von einem Dualismus zu sprechen. Das Photon muss sich nicht im Augenblick der Messung entscheiden, was es sein will, sondern es existieren verschiedene Modelle und verschiedene Detektoren.

5.2 Wie entsteht Licht?

Wir wissen dass beschleunigte Ladungen strahlen (Bremsstrahlung), egal ob es sich um frei fliegende oder in einem Atom gebundene Partikel. Die Larmor - Gleichung gibt die abgestrahlte Leistung W an, abhängig von der Ladung q und der Beschleunigung α :

$$W = (q^2 \alpha^2) / (6 \pi \epsilon_0 c^2)$$

Wir halten fest: Licht wird im allgemeinen von beschleunigten Elektronen erzeugt.

Wenn ein in einem Atom gebundenes Elektron beispielsweise auf ein anderes Energieniveau springt, dauert dies eine gewisse Zeit, während der das Elektron beschleunigt wird. Während

dieser Zeit strahlt das Elektron. Dies ist die Kohärenzzeit, meist etwa 10^{-8} s. Die Kohärenzzeit kann auch sehr groß werden, z.B. beim Laser.

Das abgestrahlte Energiepaket hat einen definierten Anfang und ein definiertes Ende. In der Mathematik gibt es keine geschlossene Darstellung eines Ereignisses von - bis, daher behilft man sich bei der Beschreibung mit der Fourier - Darstellung. Man darf aber nicht aus den Augen verlieren: das eigentliche Ereignis ist physikalischer Natur, die Mathematik beschreibt ein Modell davon (oder noch genauer: ein Modell der in einem speziellen physikalischen Detektor aufgezeichneten Wechselwirkung).

5.3 Eigenschaften des Lichts

Die **Lichtgeschwindigkeit**: $c = 299\,792\,458$ m/s. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes "im Vakuum" ist konstant. Seitdem der Astronom James Bradley im Jahr 1727 die Sternaberration entdeckt hat, wissen wir aber noch mehr. Bradley stellte fest, dass im Laufe eines Jahres alle Fixsterne eine scheinbare Ellipse beschreiben, die in der Bahnebene der Erde zu einem Strich wird, senkrecht dazu zu einem Kreis. Die große Halbachse misst ca. 20,5 Bogensekunden, sie ist für alle Sterne gleich.

Aus Bradleys Beobachtung können wir zweierlei entnehmen:

Erstens: Obwohl die Fixsterne uns gegenüber alle möglichen Relativgeschwindigkeiten haben, ist die große Halbachse stets gleich. Daraus kann man sofort sehen, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes *unabhängig von der Geschwindigkeit der Quelle* ist.

Zweitens: Diese Größe ergibt sich durch die vektorielle (!) Addition von Lichtgeschwindigkeit und der Umlaufgeschwindigkeit der Erde um die Sonne, ohne „relativistische Korrekturen“.

Die Lichtgeschwindigkeit in einem Medium ist entsprechend dem Brechungsindex kleiner. Dies ist eine globalisierende Betrachtungsweise, denn das Medium besteht aus Atomen. Zwischen den Atomen breitet sich das Licht mit c aus. Wenn die Photonen mit den Hüllenelektronen reagieren, sind sie kurzzeitig absorbiert, bevor sie wieder emittiert werden. Für diese kurze Zeitspanne sind sie „gefangen“. Dadurch ergibt sich in der Summe eine niedrigere Geschwindigkeit. Dies erklärt auch, wieso Licht von einem Medium mitgenommen werden kann, sogar quer zur Ausbreitungsrichtung: Die Photonen fahren während der Absorption huckepack ein Stückchen mit (Fizeau, Fresnelscher Mitführungskoeffizient).

5.4 Modell des Photons

Marmet schlägt (in [Fundamental Nature of Relativistic Mass and Magnetic Fields](#)) ein interessantes Modell des Photons vor. Weiter oben haben wir Marmets Modell des bewegten Elektrons kennengelernt. Es ist eine Struktur aus konzentrischen ringförmigen Wirbeln, die sich mit der Geschwindigkeit des Elektrons bewegt. Wenn das Elektron beschleunigt wird, trägt jedes infinitesimale Element dieser Struktur zur Abstrahlung des Photons bei. Das Photon muss daher eine Struktur haben, die mit derjenigen des Elektrons kompatibel ist. Das Photon ist also eine Anordnung von Ringwirbeln, deren Amplitude quer zur Bewegungsrichtung abnimmt. Die (endliche) Länge in Bewegungsrichtung ist durch die Dauer der Beschleunigung bestimmt (Kohärenzlänge). Diese Anordnung bleibt während der Ausbreitung konstant (Energieerhaltung).

Die Querausdehnung des Photons passt zur experimentellen Beobachtung, wonach es möglich ist, auch einzelne Photonen zur Interferenz mit sich selbst zu bringen (Doppelspalt).

Wir wollen nochmals auf den Dualismus Welle/Korpuskel zurückkommen. Wir sehen, dass dies ein Scheinproblem ist, das durch unzureichende Modellvorstellungen erzeugt wird. Wenn man das Photon (sowie das Elektron usw.) als eine wie oben beschriebene Wirbelstruktur auffasst, dann existiert das Problem gar nicht.

5.5 Lichtablenkung im Gravitationsfeld

Wenn es um den Einfluss unzureichender Modellvorstellungen auf unser Denken geht, darf dieses Thema in einem Kapitel über das Licht nicht fehlen. Einstein fordert die Ablenkung des Lichtes im Gravitationsfeld. Der Nachweis dieser Ablenkung, das berühmte Experiment von Eddington während der Sonnenfinsternis von 1919, gilt sogar als Schlüsselexperiment zum Beweis der Gültigkeit der Relativitätstheorie. Zum Thema „Beweis“: Ich glaube, es war kein Zufall, dass Karl Popper bei seiner Kritik der gegenwärtigen Physik dieses Experiment erwähnte.

Bleiben wir bei den physikalischen Grundlagen. Wenn man das Photon als Etwas mit einem Impuls p betrachtet, das sich mit $v = c$ bewegt, dann gilt wegen des relativistischen Gammafaktors, dass die lokale "Zeit" des Photons sozusagen einfriert, gleich Null ist. Das heißt, dass die Energie, die man dem Photon in der Zeitspanne Null zuführen müsste, um die Richtung seines Impulses zu ändern, unendlich groß sein müsste. Gleichzeitig dürfte sich die Frequenz des Photons nicht verändern. Fazit: die Ablenkung des Lichtes im Gravitationsfeld widerspricht der Energieerhaltung.

Wie entkommt man diesem "Killerkriterium"? Ganz elegant, indem man mit der ART fordert, dass nicht die Gravitation der Sonne das Photon direkt ablenkt, sondern die Sonne den Raum krümmt. Der Raum soll nun das Licht ablenken, weil er ihm gekrümmte Koordinaten vorgaukelt, sodass keine Energie zur Ablenkung benötigt wird. (Koordinaten sind aber Gedankendinge ohne reale Existenz, wie sollen die auf ein physikalisches Objekt einwirken? Physik heißt Wechselwirkung!) Eine anschauliche Beschreibung sei, dass das Gravitationsfeld als Medium mit ortsabhängiger Brechzahl aufgefasst werden könne. Dem liegt folgende Modellvorstellung zugrunde: Massepunkt oder -kugel, drumherum Vakuum mit der Eigenschaft Brechungsindex, was bedeutet, dass in diesem Vakuum die Lichtgeschwindigkeit herabgesetzt wird (!) und das Licht abgelenkt wird.

Zurück zum Problem: Die wechselwirkenden Partner sind die Sonne als Gesamtheit und das Licht. Die Sonne ist nicht eine Punktmasse im Vakuum, sondern zur Sonne gehört auch die Sonnenatmosphäre (mit einem Dichtegradient und ortsabhängiger Brechzahl). Marmet zeigt in [Redshift of Spectral lines in the Sun's Chromosphere](#), dass eine Lichtablenkung durch die Sonnenatmosphäre viel besser zu den Messungen passt als die Gravitationshypothese. Obendrein haben wir eine natürliche, physikalische Erklärung für die Vorgänge.

Wir haben hier typisch zwei konkurrierende Modelle. Beide sagen, dass Licht durch Sonnen abgelenkt wird. Modell E sagt: wegen der „Eigenschaft Gravitation“ der Sonne, Modell M: wegen der „Eigenschaft Atmosphäre“ der Sonne. Wir messen nun tatsächlich eine Ablenkung. Welche der beiden Theorien wird nun durch die Messung bestätigt? Das ist der Grund, warum Karl Popper sagt, dass man die Gültigkeit einer Theorie grundsätzlich nicht durch Experimente bestätigen kann.

6 Gedanken zur Gravitation

*Die Gravitation ist, um es ganz allgemein zu sagen, eine Wechselwirkung zwischen Materie-Teilchen. Das Gravitationsgesetz entspricht formal dem Coulombschen Gesetz - gibt es über diese Ähnlichkeit hinaus weitere Zusammenhänge? Dazu gibt es einen neuen Ansatz von **Peter Kohl**, den ich hier diskutieren will.*

6.1 Die Gesetze

Das Newtonsche Gravitationsgesetz sagt, dass die Gravitationskraft proportional zum Produkt der Massen und umgekehrt proportional zum Abstandsquadrat ist.
(G = Gravitationskonstante):

$$F_g = G * m_1 * m_2 / r^2 \quad (1)$$

Das Coulombsche Gesetz beschreibt die Kraft zwischen zwei Ladungen. Sie ist proportional zum Produkt der Ladungen und umgekehrt proportional zum Abstandsquadrat ist:

$$F_c = (1/4\pi\epsilon_0) * q_1 * q_2 / r^2 \quad (1)$$

mit ϵ_0 = elektrische Feldkonstante (Permittivität des Vakuums).

Es gibt noch eine weitere Gemeinsamkeit, nämlich die "Ausbreitungsgeschwindigkeit" von elektrischem Feld und Gravitationsfeld. Wir erinnern uns: das elektrische Feld ist identisch mit dem Außenbereich des Elektrons, von Anfang an existiert und daher keine "Ausbreitungsgeschwindigkeit" hat. Aufgrund unseres Materiomodells müssen wir annehmen, dass es sich mit dem Gravitationsfeld genauso verhält. Schon Eddington wies darauf hin, dass die Gravitation unmittelbar wirken muss, da sonst die Erdbahn nicht stabil sein kann. Empirische Überlegungen zeigen, dass die "Ausbreitungsgeschwindigkeit" mindestens $10^8 c$ betragen muss, damit die Planetenbahnen stabil bleiben.

6.2 Ein neues Modell nach P. Kohl

Peter Kohl zeigt uns einen neuen Ansatz auf seiner [gravitus homepage](#). Ich will die Vorgehensweise kurz beschreiben:

Die Gravitationskraft wirkt zwischen Atomen, die bisher als Punktmassen angenommen wurden. Hier zeigt sich wieder die Auswirkung einer zu stark vereinfachten Modellvorstellung. Peter Kohl geht genauer vor und verwendet das Bohrsche Atommodell. Wenn man im einfachsten Fall zwei Wasserstoffatome nimmt, sind 2 Protonen p mit jeweils einem umlaufenden Elektron e beteiligt. Nun kann man die Kräfte zwischen den beiden Atomen aufsummieren. Wir haben zwischen den Protonen die pp-Abstoßung, einmal eine ee-Abstoßung und zweimal die pe-Anziehung. Dies alles würde sich exakt gegenseitig aufheben, wenn man punktförmige Atome annimmt. Die Elektronen bewegen sich aber auf Umlaufbahnen. Wenn man den Bohrschen Radius mit einbezieht, dann geht nur die pp-Abstoßung mit dem Faktor

Eins in die Rechnung ein; die beiden anderen Anteile enthalten einen Cosinus-Term wegen des Winkels, der durch den Bohrschen Radius aufgespannt wird.

P. Kohl schreibt:

"... so ergibt sich nach der beschriebenen elektrischen Kräftesummierung ein winziger anziehender Überschuss, den wir als Gravitation wahrnehmen, und im Massenkollektiv multipliziert sich diese Erscheinung dann sinngemäß, woraus sich als Konsequenz die Gravitationskonstante herleiten lässt.

Es muss betont werden, dass es sich hierbei NICHT etwa um einen winzigen Ladungsüberschuss handelt, sondern um eine aus elektrischen Vektorfeldern zwischen atomaren Ladungen geometrisch erzeugte Kraftdifferenz, die man als "Pseudofeld skalaren Charakters" bezeichnen könnte, das keine ausgeprägte Richtung besitzt, und sowohl um die Zentren der beteiligten Atome als auch um daraus gebildete Massen herum Äquipotentiallinien aufweist."

Mit seinem Modell kann das bekannte Verhältnis von Gravitationskraft zu Coulombkraft von $0.806 \cdot 10^{-36}$ bestätigt werden, ebenso die Größe der Gravitationskonstanten.

Ein weiteres Zitat aus seiner Zusammenfassung:

"Im Hinblick auf dieses Ergebnis können wir folgern, dass im klassischen Wortsinn keine wirkliche Gravitation existiert, doch dass die beobachteten Phänomene ihren Ursprung in der Summe der Kräfte zwischen atomaren Ladungen mit Wirkung über sehr große Entfernungen haben, während innerhalb des Atoms überhaupt keine Gravitation auftritt. Die Kräfte, die alle kondensierte Materie im Universum zusammenhalten, sind offensichtlich die gleichen Kräfte, die eine Annäherung oder ein Entfernen von Atomen untereinander verhindern."

6.3 Diskussion

Das neue Gravitationsmodell nach P. Kohl hat den Vorteil, dass es Gravitationskraft und Coulombkraft vereinheitlicht und als Kräftesumme, als Wechselwirkung erklärt. Voraussetzung dafür ist ein feineres Materiemodell als bislang üblich, das auch mit dem Modell in Kapitel 2 konsistent ist.

Wie kann man sich die Auswirkung der Gravitation anschaulich vorstellen? Sie ist eine Wechselwirkung, die den inneren Aufbau der Atome beeinflusst. Die Atome werden durch die von ihren Nachbarn auf sie wirkenden Kräfte auseinandergezogen, sozusagen aufgebläht, siehe Marmets Modell in Kapitel 4. Dies ist keine Spekulation, man kann es nachmessen, z.B. als Verschiebung von Spektrallinien von strahlender bzw. absorbierender Materie im Gravitationsfeld, oder in dem bekannten Experiment von Pound und Rebka.

Zu dieser Vorstellung passt auch Kohls Gravitationsmodell. Man denke sich die Materie als eine Wolke von Atomen, die aber eine innere Struktur haben, einfach dargestellt als Bohrsches Atommodell. Beim H-Atom hätten wir also ein System von p-Sonnen mit je einem e-Planeten. Die "Nachbarsonnen" und "Nachbarplaneten" verursachen nun winzige Bahnstörungen, die sich letztendlich als Gravitation bemerkbar machen.

Dieses Mehrkörperproblem wurde bisher ignoriert, was auch nicht verwundert, denn es geht ja

um den Unterschied zwischen 1.0 und $1.0 + 0.806 \cdot 10^{-36}$.

Wenn man die räumlichen Verhältnisse im Atom und zwischen den Atomen genau genug modelliert, erhält man Gleichungen höherer Ordnung, die im Abstand von ein paar Atomdurchmessern einen $1/r^2$ - Verlauf haben. Im Nahbereich kommt es sogar zur Vorzeichenumkehr, also Abstoßung. Ein solcher Kraftverlauf kann erklären, warum die Atome sich im Nahbereich abstoßen, also nicht ineinander fallen, und sich dennoch auf die Entfernung anziehen.

Es ist anzunehmen, dass man auch die Kernkräfte so modellieren kann, wenn die Quarkstruktur der Nukleonen in das Modell einbezogen wird.

7 Fazit

Hier eine kurze Zusammenfassung der Erkenntnisse aus den vorangegangenen Kapiteln:

- Die Kinetische Energie führt zu einer reversiblen Größenänderung der Materie in Übereinstimmung mit den Gesetzen der Quantenmechanik und allen Beobachtungen.
- Das Gravitationspotential bzw. die potentielle Energie führt zu einer reversiblen Größenänderung der Materie in Übereinstimmung mit den Gesetzen der Quantenmechanik und allen Beobachtungen.
- Die geladenen Teilchen sind (außerhalb des klassischen Teilchenradius) nichts anderes als ihre elektrischen Felder, die mit $1/r^2$ abnehmend bis ins unendliche reichen. Für die anderen Teilchen gilt ein analoges Modell. Die Teilchen sind, auch wenn der überwiegende Teil ihrer Energie unmittelbar um den Teilchenradius konzentriert ist, unendlich groß.
- Das Universum ist im "Materie - Zwischenraum" nicht leer: da die Teilchen unendlich groß sind, ist der Zwischenraum erfüllt mit der Überlagerung der äußeren Feldanteile aller anderen Teilchen im Universum. (Eine Art Äther: aber nicht der klassische Äther als eigenständig existierendes Medium)
- Die kinetische Energie ist identisch mit dem Magnetfeld, das die bewegten geladenen Teilchen erzeugen. Dieses hat eine konzentrische Wirbelstruktur, die mit der De Broglie Wellenlänge kompatibel ist. Die Wirbel entstehen als Wechselwirkung des bewegten Teilchens mit der Gesamtheit aller anderen Teilchen im Universum.
- Licht wird bei Beschleunigung dieser Wirbelstruktur abgestrahlt, es pflanzt sich im Äther, der aus der Überlagerung der äußeren Anteile aller Teilchen im Universum besteht, mit c fort.
- Es gibt ein absolutes Referenzsystem, das durch die Überlagerung aller Teilchen im Universum entsteht. "Ruhe" heißt null Geschwindigkeit gegenüber der Summe der Geschwindigkeiten aller Teilchen im Universum.

Schlussbemerkung

Eine neue Theorie kann niemals endgültig sein. Wegen unserer begrenzten Erkenntnisfähigkeit werden wir immer nur einen Teil des Ganzen erfassen. Jede Theorie muss, um mit Popper zu sprechen, immer und immer wieder überprüft und überarbeitet werden. Dies ist ein iterativer Prozess. Es ist vermessen, zu sagen, die Physik sei "fertig", und es habe keinen Sinn, über die Grundlagen neu nachzudenken!

Literaturverzeichnis

Statt des üblichen Literaturverzeichnisses will ich hier eine Linksammlung zum Thema auflisten.

Meine Physik-Seite finden Sie unter www.physikgrundlagen.de

Ich habe sehr viel von Prof. Paul Marmet gelernt:

Prof. Paul Marmet (1932-2005)

B. Sc., Ph. D. (Physics), Laval University

O. C. (Order of Canada)

F. R. S. C.

Author of more than 100 papers in the field of Electron Spectroscopy.

Professor, Physics, Laval University, Québec, Canada: 1962-83,

Senior Research Officer, National Research Council of Canada: 1983-90,

Visiting, Adjunct, Professor, University of Ottawa, 1990-99.

Auf Marmets Homepage findet sich grundlegende Arbeiten, die Sie unbedingt lesen sollten:

www.newtonphysics.on.ca

Kritische Stimmen zur Relativitätstheorie findet man unter anderem auf

<http://www.btinternet.com/~sapere.aude/>

von wo man (in 2.2) auch die deutschsprachigen Kapitel des GOM – Projektes herunterladen kann.

Erwähnenswert ist auch das Buch von [S.N. Arteha](http://www.antidogma.ru/english/relbookeng.html): *Criticism of the Foundations of the Relativity Theory*. Es kann von <http://www.antidogma.ru/english/relbookeng.html> heruntergeladen werden.

Ein herrlich „freches“ Buch:

Vom Urknall zum Durchknall: Die absurde Jagd nach der Weltformel von Alexander Unzicker
Eine Pressestimme von der Amazon-Seite sagt dazu:

"Eine erfrischende, von keinerlei Rücksichtnahmen getrübe Kritik an einem aus dem Ruder gelaufenen Zweig der Physik..." (H. Dieter Zeh)