

Modellvorstellungen in der Physik

Neue Modelle führen zu einem neuen Weltbild

Die moderne Physik wird immer noch von den Modellvorstellungen des neunzehnten Jahrhunderts bestimmt. Dies führt zu mannigfachen Missverständnissen, zu Paradoxien und Widersprüchen. Ich will hier die Ursachen darstellen und zeigen, wie man zu einem konsistenten neuen Weltbild der Physik kommt.

*Alle gängigen Modelle haben etwas gemeinsam, was auf den ersten Blick aber nicht auffällt, nämlich **die gedankliche Trennung von Raum und Materie**. Dies ist jedoch die Ursache für viele Missverständnisse und Paradoxien. Ebenso unabdingbar ist die strikte Beachtung der Energieerhaltung und der allgegenwärtigen Wechselwirkung.*

Im folgenden will ich neue Modelle vorstellen, die dies berücksichtigen.

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.....	9
2.1	Das Modell.....	9
2.2	Folgerungen.....	10
3	Die kinetische Energie.....	11
3.1	Die kinetische Energie des Elektrons.....	11
3.1.1	Magnetfeld um einen Leiter.....	11
3.1.2	Magnetfeld um ein einzelnes Elektron.....	11
3.1.3	magnetische Gesamtmasse.....	12
3.1.4	relativistischer Massenzuwachs.....	12
3.1.5	Kinetische Energie = magnetische Masse.....	12
3.1.6	Struktur des bewegten Elektrons.....	13
3.1.7	Äther und Absolutes Referenzsystem.....	14
3.1.8	Exkurs: Das Doppelspaltexperiment.....	15
3.2	Die Kinetische Energie des Atoms.....	16
3.2.1	Definition.....	16
3.2.2	Wo steckt diese Energie?.....	16
3.2.3	Folgerungen.....	18
3.2.4	Ein praktisches Beispiel.....	18
4	Die potentielle Energie.....	20
4.1	Definition.....	20
4.2	Wo steckt diese Energie?.....	20
4.3	Folgerungen.....	21
4.4	Der freie Fall.....	21
5	Ein neues Modell der Gravitation.....	23
5.1	Die Gesetze.....	23
5.2	Ein neues Modell nach P. Kohl.....	23
5.3	Diskussion.....	24

6	Lokale und absolute Maßeinheiten.....	26
6.1	Physikalische Gleichungen.....	26
6.2	Absolute Referenzeinheiten.....	26
6.3	Lokale Maßeinheiten.....	26
6.4	Zusammengefasst.....	27
7	Das Licht.....	28
7.1	Licht versus Photon.....	28
7.2	Wie entsteht Licht?.....	29
7.3	Eigenschaften des Lichts.....	30
7.4	Modell des Photons	30
7.5	Lichtablenkung im Gravitationsfeld.....	31
7.6	Gravitationslinsen	31
7.7	Mikrolinsen.....	32
8	Die Rotverschiebung.....	33
8.1	Was ist Rotverschiebung.....	33
8.2	Doppler Rotverschiebung.....	33
8.3	Eine neue Rotverschiebung.....	33
8.4	Temperaturabhängigkeit.....	34
8.5	Gravitative Rotverschiebung.....	35
9	Kosmologie.....	36
9.1	Grundbegriffe.....	36
9.2	Die Urknall-Hypothese.....	37
9.3	Diskussion der Rotverschiebung.....	38
9.4	Die Alternative.....	38
10	Fazit.....	39
	Literaturverzeichnis.....	40

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 "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. Hierzu muss man anmerken, dass die Masse bzw. Energie physikalisch existiert, Koordinatensysteme aber "Gedankendinge" sind, die nur in unserer Vorstellung existieren, aber nicht in der physikalischen Realität.

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 hereinfallen 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.*

Wir müssen zurück zur Definition der Materie, wir brauchen ein anderes Modell !
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.

Dabei müssen wir unbedingt beachten:

- die exakte Definition der Grundbegriffe
- die Erhaltung der Energie
- die omnipräsente Wechselwirkung
- die strikte Forderung nach Widerspruchsfreiheit entsprechend Karl Popper

Wenn man dies tut, kommt man zu widerspruchsfreien und konsistenten Erklärungen für die beobachteten Phänomene und damit zu einem neuen Weltbild.

Damit sollte es möglich sein, die vielen physikalischen Beobachtungen, die wie Teile eines Puzzles vor uns liegen, zu einem Bild zusammenzufügen. Wir dürfen dabei kein Puzzleteilchen weglassen (Popper!). Wenn's aber nicht aufgeht, sollten wir keine Puzzleteilchen dazuerfinden, die nur den Zweck haben, unsere Vorstellung von dem Bild zu retten ("Dunkle Energie" usw.), sondern einen neuen Anlauf starten. Genau das wollen wir versuchen.

Der "rote Faden", der uns durch die folgenden Kapitel führt:

- Zuerst werde ich (mit weitreichenden Folgen) ein neues Materiemodell vorstellen.
- Wir fahren fort mit der kinetischen Energie und ihren Auswirkungen auf die Materie, genauer auf die innere Struktur der Atome.
- Dann folgt der naheliegende Schritt zur potentiellen Energie und ihren Auswirkungen.
- Der freie Fall und seine Auswirkungen auf die Sternentstehung.
- Beide Auswirkungen erfordern, dass wir lokale Referenzsysteme und lokale Maßeinheiten einführen müssen.
- Am Elektron erklären wir, durch welchen physikalischen Effekt die relativistische Massenzunahme bewirkt wird. Dies führt zu dem neuen Materiemodell, das mit der Modellvorstellung des Photons zusammenpassen muss.

- Daher gehen wir genauer auf die Eigenschaften des Lichts ein.
- Wenn man über das Licht redet, landet man schnell bei der Rotverschiebung und damit bei kosmologischen Fragen. Hat der Urknall wirklich stattgefunden?

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

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" und ein Feld.

Wir wollen aber das physikalische Energiepaket namens „Elektron“ nicht zerschneiden, sondern ganzheitlich betrachten. Das Feld ist nämlich Teil des Elektrons, seine ganze Energie steckt in dem Feld. Und es kommt noch besser, wie weiter unten gezeigt wird: der "relativistische Massenzuwachs", also die bei Bewegung zugeführte kinetische Energie ist nichts anderes als das durch die bewegte Ladung aufgebaute Magnetfeld.

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 . Das Elektron kann mit seinen Kollegen auch über große Entfernung wechselwirken, da es sich mit diesen immer noch berührt bzw. den von diesen eingenommenen Raum durchdringt.

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 wie das 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.)

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 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. Wechselwirkungen werden durch den Überlagerungs-Äther, oder wie man ihn nennen will, vermittelt.

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.

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.

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.

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.

Man sieht, dass man mit dieser neuen Modellvorstellung zu überraschenden neuen Erkenntnissen kommt. Wir müssen nun überprüfen, ob wir alle experimentell gemessene physikalische Effekte mit diesen neuen Modellen erklären können. Wenn nicht, müssen sie verworfen bzw. geändert werden (K. Popper).

Wir wollen also folgendermaßen vorgehen:

Wir beschränken uns strikt auf physikalische Vorgänge. Ein physikalischer Vorgang bedeutet Energieaustausch bzw. Wechselwirkung zwischen physikalischen Entitäten.

Es gilt die strikte Erhaltung der Energie. Energie kann nicht einfach im Nichts verschwinden oder mit Koordinatentransformationen verändert werden.

Dazu ist es erforderlich, sich mit den Arbeiten von Prof. Paul Marmet zu befassen, aus denen ich immer wieder zitieren werde (siehe Literaturverzeichnis). Ich will hier in diesem allgemein gehaltenen Artikel nicht die genaue Ableitung wiederholen, sondern nur eine Übersicht über die wesentlichen Ergebnisse geben.

3 Die 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.

3.1 Die kinetische Energie des Elektrons

Die kinetische Energie ist gleich der magnetischen Masse. Marmet zeigt am Beispiel des Elektrons, daß der sogenannte relativistische Massenzuwachs nichts anderes ist als die Masse des Magnetfeldes, das von dem fliegenden Elektron erzeugt wird.

Die folgende Überlegung hat mich besonders verblüfft. 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."

Die Gleichungsnummern im folgenden Text beziehen sich auf Marmets Artikel.

3.1.1 Magnetfeld um einen Leiter

Das Gesetz von Biot-Savart (Gleichung 1) beschreibt die magnetische Feldkomponente im Abstand r von einem Leiter, der vom Strom I durchflossen wird. Der Leiter kann ebensogut entfallen, dann handelt es sich um einen Elektronenstrahl, d.h. um eine Vielzahl von Elektronen, die mit konstanter Geschwindigkeit fliegen.

3.1.2 Magnetfeld um ein einzelnes Elektron

Der Strom ist definiert als Ladungen pro Zeiteinheit, d.h. bei bekannter Elementarladung e des Elektrons als Anzahl $\cdot e$ pro Zeiteinheit. Da die Ladungen quantisiert sind, muss man von der Vorstellung einer Linienladung abgehen und den Strom als Anzahl von Elektronen betrachten, die sich mit der Geschwindigkeit v bewegen (2)..(4). Mit der Annahme eines isotropen Feldes um ein einzelnes Elektron kann dann die Gleichung von Biot-Savart umformuliert werden (7).

$$dB_i = (N\mu_0 e^- v / 4\pi r^2) d(N_{e^-})$$

Dann ist es möglich, die Energie des Magnetfeldes dU_m in dem Volumen dV im Abstand r zu berechnen (8)..(11):

$$dU_m = K (v^2/r^4) dV$$

mit

$$K = \mu_0(e^-)^2 / 2(4\pi)^2$$

3.1.3 magnetische Gesamtmasse

Die Gesamtmasse erhält man, wenn man die Energie pro Volumenelement aufintegriert und durch c^2 teilt. Dabei stellt sich wie üblich die Frage nach den Integrationsgrenzen: wir integrieren von r_{\min} bis unendlich. r_{\min} ist, wie sich zeigt, der klassische Elektronenradius r_e (Gleichungen 12..17). Man erhält für die Gesamtmasse des magnetischen Feldes um ein einzelnes Elektron:

$$M_m = (\mu_0(e^-)^2 / 8\pi) (1/r_e) (v^2/c^2) \quad (17)$$

3.1.4 relativistischer Massenzuwachs

Es gilt die bekannte Formel, M_e ist die Ruhemasse des Elektrons:

$$M_v = \gamma M_e$$

Wenn man für γ die Reihenentwicklung einsetzt, erhält man den Massenzuwachs ΔM :

$$\Delta M = M_v - M_e = 1/2 M_e (v^2/c^2) \quad (22)$$

(Gl. 18..22)

3.1.5 Kinetische Energie = magnetische Masse

Wenn man die Gleichungen (17) und (22) vergleicht, sieht man, dass in beiden Fällen die Masse mit dem Faktor v^2/c^2 wächst, also quadratisch zur Geschwindigkeit. Gleichgesetzt und gekürzt bleibt übrig:

$$M_e = (\mu_0(e^-)^2 / 4\pi) (1/r_e)$$

Am schnellsten verifiziert man diese Gleichung durch Einsetzen der bekannten Werte und

erhält dann den bekannten Wert für M_e :

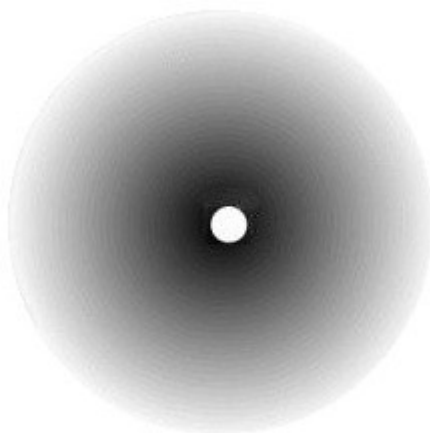
$$M_e = 9,109534 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

Daraus folgt, wie hier für das Elektron gezeigt wurde:

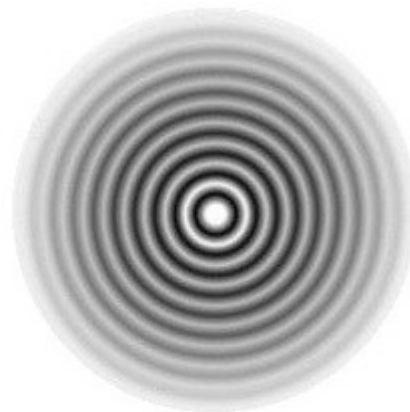
Der sogenannte relativistische Massenzuwachs ist nichts anderes als die Masse des Magnetfeldes, das von dem fliegenden Elektron erzeugt wird.

3.1.6 Struktur des bewegten Elektrons

Wie sieht ein stationäres Elektron aus? Man könnte sagen, es ist ein Feld um eine zentrale Hohlkugel mit dem klassischen Elektronenradius r_e , das sich von dort bis ins Unendliche erstreckt und mit $1/r^2$ abfällt. Der Hauptteil seiner Energie ist in unmittelbarer Nähe des winzigen Elektronenradius konzentriert, aber das Elektron ist unendlich groß. Deshalb kann es auch mit anderen Elektronen, die viele Meter entfernt sind, wechselwirken; sie berühren sich ja immer noch.



Ruhendes Elektron



Bewegtes Elektron

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

Und ein Elektron, 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.

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.

3.1.7 Äther und Absolutes Referenzsystem

Der Äther - ein Unwort in der gegenwärtigen physikalischen Diskussion - ist ein fiktives Medium, in dem sich das Licht fortpflanzen kann und das auch Übermittler der "Fernwirkung" sein soll. Lange Zeit rechnete man fest mit seiner Existenz, erst nach dem Versuch von Michelson und Morley wurde er "abgeschafft". (Interessant ist hierzu ein Aufsatz von Marmet, in dem er darlegt, daß bei dem Versuch ein Nullresultat herauskommen *muss*, aber diese Diskussion würde hier zu weit führen.)

Der Äther müsste einerseits "hart" sein, um die Lichtgeschwindigkeit zu ermöglichen, andererseits leicht durchdringbar, um die Bewegung der Teilchen zu erlauben. Und obendrein müsste er in das gängige Modell passen: woraus besteht er, der Äther?

Nun ergibt sich ein überraschender neuer Ansatz:

Wir haben am Elektron und am Proton gezeigt, dass die Teilchen unendlich groß sind, wobei ihre Energie nach außen mit $1/r^2$ abnimmt. Die Teilchen erscheinen uns nur als punktförmige Massen, in Wirklichkeit erstrecken sie sich, immer "feiner" werdend, bis ins unendliche. Das ganze Universum ist erfüllt von der Überlagerung dieser äußeren Anteile der Teilchen.

Damit beantwortet sich auch die Frage nach dem Äther. Es gibt zwar keinen Äther als eigenständig existierendes Medium, aber diese Überlagerung erfüllt den selben Zweck. Könnte man dies nicht weiterhin "Äther" nennen?

Wir bezeichnen die Überlagerung der äußeren Anteile aller Teilchen im Universum als Äther. Wenn sich ein Teilchen gegenüber diesem Äther bewegt, führt die Wechselwirkung Teilchen - Äther zum Aufbau von kinetischer Energie.

Last not least haben wir damit ein Medium, in dem sich das Licht fortpflanzen kann, doch das ist ein anderes Kapitel.

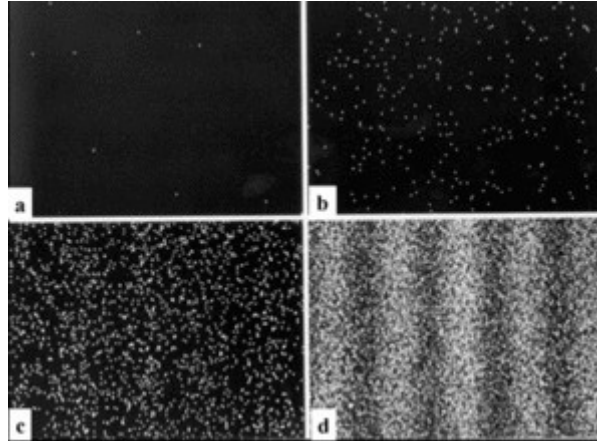
Dieser "Äther" wird bestimmt von der Überlagerung aller Teilchen im Universum. Damit haben wir das absolute Referenzsystem, und Ruhe bedeutet:

Ruhe heißt Geschwindigkeitsdifferenz zum Mittelwert der Geschwindigkeiten aller Teilchen im Universum = Null.

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.

3.1.8 Exkurs: Das Doppelspaltexperiment

Das folgende Bild zeigt die Ergebnisse eines Versuchs von Tanamura, siehe [Wikipedia](#). An diesem Beispiel will ich wieder den Einfluss der Modellvorstellung erläutern.



Wir kennen das Doppelspaltexperiment mit Licht: hinter einem Doppelspalt messen wir ein Interferenzmuster, das sich aus der Überlagerung der durch die beiden Spalte gehenden Lichtwellen ergibt.

Das Experiment wurde auch mit Elektronen durchgeführt. Für Elektronen lässt sich das mit der klassischen Vorstellung "Elektron = Korpuskel" überhaupt nicht erklären, um so weniger, als die Interferenz auch auftritt, wenn man nur einzelne Elektronen durchschickt! Der Versuch wurde mit einer sehr geringen Intensität (ca. 10 Elektronen pro Sekunde) durchgeführt. Das Bild zeigt das während der Messzeit (zuerst a, am Ende d) entstehende Muster, jedes Elektron erzeugt einen Punkt.

Die Quantenphysik kann das Interferenzmuster berechnen. Man weiß, daß man dem Elektron eine Wellenlänge zuordnen kann (Materiewellen). In der Quantenphysik gilt auch für das Elektronenmodell der Welle - Teilchen - Dualismus. Das heißt in etwa, das Elektron verharrt in einem geisterhaften "sowohl - als auch" bis zum "Kollaps der Wellenfunktion". Der Kollaps tritt auf, wenn man eine Messung durchführt. Es ist ferner gelungen, eine bewundernswerte Mathematik zu entwickeln, mit dem die Wahrscheinlichkeitsverteilung berechnet wird, mit der das Elektron durch einen der Spalte fliegt und mit sich selbst interferiert. Das Ergebnis deckt sich mit dem gemessenen Streifenmuster. (Bewundernswert, aber für den normalen Menschenverstand völlig unanschaulich.)

Wenn wir uns von der dualistischen Modellvorstellung lösen und stattdessen das oben angegebene Ringwirbelmodell annehmen, können wir auf natürliche Weise das Ergebnis erklären. Dann ist auch sofort einzusehen, dass auch ein einzelnes Elektron mit sich selbst interferieren kann. Ein weiterer wichtiger Unterschied ist, dass wir hier dem Elektron eine vom Beobachter unabhängige Existenz zubilligen! Dies ist in der Quantenphysik anders, denken Sie nur an die arme Katze des Herrn Schrödinger.

Wenn man beide Modelle gegenüberstellt, muss man mit Ockham sagen: das einfachere Modell (das neue) ist das bessere. (Wikipedia: *Ockhams Rasiermesser bezeichnet das Sparsamkeitsprinzip in der Wissenschaft. Es besagt, dass von mehreren Theorien, die den gleichen Sachverhalt erklären, die einfachste zu bevorzugen ist.*)

3.2 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.

3.2.1 Definition

Die kinetische Energie (Bewegungsenergie) ist die Energie, die in der Bewegung eines Körpers enthalten ist. Für Geschwindigkeiten v , die klein gegenüber der Lichtgeschwindigkeit c sind, gilt:

$$E_{\text{kin}} = 1/2 mv^2$$

Allgemein gilt:

$$E_{\text{kin}} = (\gamma(v) - 1) mc^2$$

mit dem aus der Relativitätstheorie bekannten Gamma-Faktor (man kann ihn auch konventionell herleiten):

$$\gamma(v) = (1 - (v/c)^2)^{-1/2}$$

3.2.2 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 m_e . (Index v..bewegt, s..stationär)

$$m_{e,v} = \gamma m_{e,s}$$

Die Auswirkung der größeren Masse muss drei weiteren Bedingungen genügen. Dies sind:

1. Die Erhaltung des Drehimpulses $L = m \cdot r \cdot v$ besagt, dass mit größerer Masse die Bahngeschwindigkeit der Elektrons kleiner werden muss.
2. Aus der Bedingung Coulombkraft = Zentrifugalkraft folgt, dass bei kleinerer Bahngeschwindigkeit der Bohrsche Radius größer werden muss.
3. Außerdem gilt noch die De Broglie Bedingung für den Umfang λ_B der Elektronenbahn

$$\lambda_B = h / m v_e = 2\pi r / n$$

Für den Bohrschen Radius des Atoms in Ruhe a_s gilt dann folgende Formel:

$$a_s = h_s^2 / 4\pi^2 m_s e^2 k$$

(Alles gemessen in stationären Einheiten.) In Bewegung gilt $m_v = \gamma m_s$, aber was ist mit dem Planckschen Wirkungsquantum h ? Dazu müssen wir etwas ausholen, aber diese Betrachtung ist sehr wichtig. Es gilt die bekannte Beziehung:

$$E = h \nu$$

Wegen der Invarianz der physikalischen Gleichungen muss in jedem beliebigen gelten:

$$\nu = E / h = E_s / h_s = E_v / h_v$$

Weil aber $E_v = \gamma E_s$ gilt, ist die obige Bedingung nur erfüllt, wenn:

$$h_v = \gamma h_s$$

Wenn wir dies in die Gleichung für den Bohrschen Radius einsetzen, erhalten wir:

$$a_v = \gamma a_s$$

Also wächst der Radius mit der Geschwindigkeit 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 eine solche Atomuhr langsamer tickt. (Diese Effekte werden von der Quantenmechanik gefordert und sind durch tausendfache Messungen erhärtet.) Und ebenso wichtig: 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.

3.2.3 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 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.

Weil dies so wichtig ist, widmen wir dem Thema ein eigenes Kapitel: Maßeinheiten.

3.2.4 Ein praktisches Beispiel

Was es mit dieser Energie auf sich hat und um welche Größenordnung es dabei geht, sieht man am besten an einem Beispiel. Nehmen wir einen $m=80\text{kg}$ schweren Physiker, der mit $v=1000\text{km/h}$ in den Urlaub fliegt. Er speichert eine kinetische Energie von

$$E_{\text{kin}} = 1/2 mv^2 = 3,1 \cdot 10^6 \text{J}$$

Würde diese Energiemenge seinem Körper als Wärmeenergie zugeführt, dann würde sich seine Körpertemperatur auf etwa 47°C erhöhen. Dies ist also eine nicht unerhebliche Quantität, die man nicht unter den Tisch fallen lassen sollte. Die kinetische Energie wird zum Glück in der inneren Struktur der Atome versteckt, und das gewährleistet sein Überleben.

Nun könnte uns Himmelangst werden um den armen Physiker, aber der merkt gar nicht, was mit ihm passiert. Sein mitfliegender Meterstab wird γ länger (wegen dem größeren Bohrschen Radius), aber dafür ticken die mitfliegenden Uhren γ langsamer (wegen der kleineren Energieniveaus im Atom), und wenn er damit im fliegenden Labor Geschwindigkeiten misst, sind diese für ihn gleich wie im stehenden Flugzeug, da sich beide Effekte herauskürzen:

$$v = \gamma s / \gamma t = s/t$$

Wenn unser Physiker ein hundert Jahre altes Buch liest, wird er denken, alles sei relativ, und

dies sei die Skaleninvarianz. Aber wir sehen, es liegt daran, in welchem System gemessen wird. Formal gelten die physikalischen Gesetze für ihn weiter, solange er mit den mitbewegten Einheiten misst, aber diese Einheiten haben eine andere absolute Größe.

Die Natur meint es gut mit dem Physiker: die nicht unbeträchtliche kinetische Energie wird auf unschädliche Weise gespeichert, und dies ist für den bewegten Beobachter nicht spürbar, d.h. aber auch, sein Metabolismus (sein Körper, sein Stoffwechsel) funktioniert ungestört weiter!

4 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.

4.1 Definition

Die Potentielle Energie (Lageenergie) ist die Energie, die einem Körper zugeführt wird, wenn er in einem Gravitationsfeld angehoben wird. Sie ist proportional zur Masse m , zur Höhe Δy und zur Gravitationsbeschleunigung g :

$$E_{\text{pot}} = m * g * \Delta y \quad (1)$$

4.2 Wo steckt diese Energie?

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 ablassen, können wir ihr Energie entnehmen (z.B. im Speicherkraftwerk). Diese Energiedifferenz Δm_0 wird der Materie entzogen. Wenn wir $\Delta E = \Delta m_0 c^2$ in Formel (1) einsetzen, erhalten wir:

$$\Delta m_0 = m_0 g \Delta y / c^2 \quad (2)$$

Die Masse $m_{-\Delta y}$ unten ist um diesen Betrag kleiner:

$$m_{-\Delta y} = m_0 - \Delta m_0 = m_0 (1 - g \Delta y / c^2) = m_0 (1 - \varepsilon) \quad (3)$$

$$\text{mit } \varepsilon = g \Delta y / c^2$$

Man sieht, die Masse wird 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.

Bei einer Turmhöhe von 22,5m ergab sich $\Delta E/E = \varepsilon = 2,5 * 10^{-15}$.

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.

4.3 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:

Wir müssen berücksichtigen, 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.

Näheres hierzu im Kapitel: [Maßeinheiten](#). Wenn man dies exakt befolgt, kann man die Periheldrehung des Merkur berechnen. Marmet erklärt die Berechnung in [A Detailed Classical Description of the Advance of the Perihelion of Mercury](#).

4.4 Der freie Fall

Eine interessante Kombination von kinetischer und potentieller Energie tritt beim freien Fall auf. Was geschieht, wenn sich Materie im freien Fall befindet? Betrachten wir zum Beispiel eine Masse m , die aus dem Weltraum auf einen Stern (mit der Masse M) fällt, zuerst ganz langsam und dann immer schneller. Die potentielle Energie im Abstand R lautet:

$$E_{\text{pot}} = G * M * m / R$$

G ist die Gravitationskonstante. Weil die Masse m Geschwindigkeit gewinnt, gewinnt sie kinetische Energie:

$$E_{\text{kin}} = \gamma * m$$

Das Masseteilchen erhält keine Energie von außen, die potentielle Energie wandelt sich in kinetische Energie um; die eine wächst auf Kosten der anderen, die Summe bleibt gleich. (Den Effekt durch die Beschleunigung = Abstrahlung vernachlässigen wir hier.)

Interessant wird es, wenn die Fallgeschwindigkeit 0,866 c erreicht. Dann wächst der Faktor γ auf $\gamma=2$, das heißt, die kinetische Energie ist gleich groß wie die Ruhemasse geworden.

$$E_{\text{kin}} = mc^2$$

Wenn das Masseteilchen bei dieser Geschwindigkeit auf die Sternoberfläche trifft, dann wird die kinetische Energie frei, also abgestrahlt. Da sie gleich groß wie die Ruhemasse ist, trägt das Teilchen nichts mehr zur Gesamtmasse bei. Das bedeutet, wenn ein Stern durch Aufsammeln von Materie so stark angewachsen ist, dass die Fallgeschwindigkeit an seiner Oberfläche 0,866 c erreicht, dann kann er nicht mehr weiterwachsen. Wir können die maximale Masse berechnen:

$$G * M * m / R = mc^2$$

$$M_{\text{max}} = R_{\text{max}} * c^2 / G$$

Wenn das eingefangene Teilchen schon eine Anfangsgeschwindigkeit hatte, also bereits kinetische Energie, dann wird beim Aufprall sogar mehr Energie abgestrahlt als das Teilchen an Ruhemasse mitbringt, und die Differenz wird dem Stern entzogen. Man sieht, dass ein Stern durch Aufsammeln von noch so viel Materie unmöglich zu einem schwarzen Loch heranwachsen kann. Genauer hierzu bei Marmet in seinem [Einstein's Theory of Relativity versus Classical Mechanics, chapter 12](#)

5 Ein neues Modell der 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.*

5.1 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 /xx/ zeigen, dass die "Ausbreitungsgeschwindigkeit" mindestens 10^8 c betragen muss, damit die Planetenbahnen stabil bleiben.

5.2 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."

5.3 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 ineinanderfallen, uns sich dennoch auf die Entfernung anziehen.

Es ist anzunehmen, daß man auch die Kernkräfte so modellieren kann. Hierzu gibt es einen Artikel von P. Kohl: [Betrachtungen zur starken Wechselwirkung](#), in der die Quarkstruktur der Nukleonen in das Modell einbezogen wird.

6 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.

6.1 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.

6.2 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.

6.3 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.

6.4 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!

7 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.

7.1 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.

7.2 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).

7.3 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. Dieser Effekt entsteht durch die vektorielle Addition von Lichtgeschwindigkeit und der Umlaufgeschwindigkeit der Erde um die Sonne.

Daraus kann man sofort sehen, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes konstant und *unabhängig von der Geschwindigkeit der Quelle* ist. Deshalb ist die große Halbachse gleich, obwohl die Fixsterne uns gegenüber alle möglichen Relativgeschwindigkeiten haben.

Die Lichtgeschwindigkeit in einem Medium ist entsprechend dem Brechungsindex kleiner. Dies ist eine globalisierende Betrachtungsweise. Das Medium besteht aus Atomen. Im Zwischenraum breitet sich das Licht mit c aus. Wenn die Photonen mit den Hüllenelektronen reagieren, sind sie kurzzeitig "absorbiert". Dadurch ergibt sich in der Summe eine niedrigere Geschwindigkeit. Dies erklärt Marmet genauer in seinem Artikel über die Rotverschiebung.

7.4 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. Die erkenntnistheoretischen Verrenkungen gehen sogar noch weiter (Stichworte Kopenhagener Interpretation, verschränkte Photonen, spukhafte Fernwirkung).

7.5 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. Hierzu sind auf Marmets website einige hochinteressante Tatsachen und Literaturstellen aufgeführt. (Ich war besonders verblüfft über die offenbar "intelligente Messdatenauswahl", um es mal ganz vorsichtig zu sagen, abgesehen von der Diskussion des Messaufbaus. 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 Korpuskel mit einem Impuls p betrachtet, das sich mit $v = c$ bewegt, dann gilt wegen dem relativistischen Gammafaktor, 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, man fordert, daß der Raum um die Sonne gekrümmt sei, sodass das Photon abgelenkt werde, wenn es geradeaus fliegt. Das bedeutet aber, dass die Energie vom Raum geliefert wird: unendliche Energie aus dem Nichts, und obendrein eine Wechselwirkung zwischen dem Nichts und dem Photon. Es handelt sich wieder um eine unzureichende Modellvorstellung, die Trennung von Feld, Raum und Materie.

Die wechselwirkenden Partner sind hier 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). Marmet zeigt in [Redshift of Spectral lines in the Sun's Chromosphere](#), dass eine Lichtablenkung durch die Sonnenatmosphäre viel besser zu den Messdaten und zu sonstigen Messungen passt als die Gravitationshypothese.

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. Wir stellen aber fest, dass Modell E der Energieerhaltung widerspricht und daher zu verwerfen ist.

7.6 Gravitationslinsen

Wie steht es nun aber mit den Gravitationslinsen? Das wollen wir an einem Hubble – Bild diskutieren.



Gravitation dieser Galaxien verursacht werden.

Das Bild lässt sich jedoch auch ganz anders erklären. Es ist zwar eine "Eigenschaft" der Galaxien in der Mitte, aber nicht ihre Gravitation, sondern eine Ansammlung der sie begleitenden riesigen Wolken aus interstellarem Wasserstoff H_2 . Der Dichtegradient (Abfall der Dichte) am Rand der Wolken bewirkt einen unterschiedlichen Brechungsindex und damit die Ablenkung des Lichtes in diesem Bereich.

Ich möchte hier nochmals auf Marmet verweisen, der beschreibt, dass sich molekularer Wasserstoff H_2 im Gegensatz zu atomarem Wasserstoff H quasi noch nicht nachweisen lässt. Seine Abschätzungen sagen, dass es genügend H_2 im Universum gibt, um diese Effekte und die Rotverschiebung zu bewirken. Da haben wir sie, die - extrem durchsichtige - dunkle Materie!

7.7 Mikrolinsen

Der "Gravitations-Mikrolinsen-Effekt" wird in der beobachtenden Astronomie ausgenutzt, um z.B. Exoplaneten aufzuspüren. Der Effekt funktioniert folgendermaßen: wenn sich ein Stern genau zwischen uns und das zu beobachtende Objekt schiebt, verändert er durch seine Lichtbeugung das Abbild des dahinterliegenden Objektes in charakteristischer Weise.

Dieser Effekt ist durch Beobachtungen bestätigt. Das Licht wird entsprechend abgelenkt, aber nicht durch die Gravitation des Sternes, sondern durch seine Atmosphäre.

Das "Hubble Space Telescope" liefert uns fantastische Bilder, so detailreich wie dies nur außerhalb der Lufthülle möglich ist. Stöbern Sie mal bei:

<http://hubblesite.org/gallery/> !
(Die Bilder dürfen nicht kommerziell verwendet werden, sind aber für Privat und Ausbildung frei.)

Es gibt einige Bilder in der Galerie, die "Gravitationslinsen" zeigen, zum Beispiel dieses Bild.

Der Linseneffekt zeigt sich in Form gebogenen Strukturen, blauer als die gelben Galaxien in der Mitte. Inzwischen wurden die Werte für die Rotverschiebung nachgemessen: die blauen verzerrten Abbilder sind weiter entfernt als die gelben Galaxien in Bildmitte. Der Linseneffekt soll von der

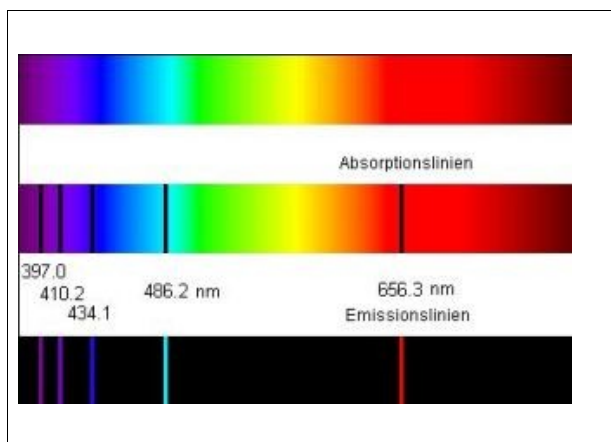
8 Die Rotverschiebung

Die Rotverschiebung ist in der Kosmologie eminent wichtig. Mit ihrer Hilfe schätzt man derzeit die Abmessungen des sichtbaren Universums. Welche Arten von Rotverschiebung gibt es und wie wirken sie sich aus?

Zentraler Punkt: die von Marmet beschriebene Rotverschiebung durch leicht inelastische Kollision von Photonen mit molekularem Wasserstoff H_2 im Weltraum.

8.1 Was ist Rotverschiebung

Zuerst: was bedeutet "Rotverschiebung"? Im Bild sehen wir oben ein kontinuierliches Lichtspektrum. So etwa sähe das Spektrum von weißem Licht aus, in dem alle Wellenlängen vorkommen.



Wenn Gase zum Leuchten angeregt werden, erzeugen sie statt eines kontinuierlichen Spektrums einen ganzen Lattenzaun von Spektrallinien, der untere Balken im Bild. Jede Spektrallinie entspricht einem ganz bestimmten Energieniveau der Elektronen im Atom. Die Verteilung der Spektrallinien ist so charakteristisch wie ein Fingerabdruck. Das gilt nicht nur für die Emissionslinien, sondern auch entsprechend für die Absorptionslinien. Die Absorptionslinien entstehen, wenn ein Gas, durch weißes Licht angeregt, bestimmte Wellenlängen

absorbiert. Wenn diese typische Verteilung der Spektrallinien zu längeren Wellenlängen hin verschoben ist, spricht man von Rotverschiebung.

8.2 Doppler Rotverschiebung

Der Dopplereffekt führt zu einer Rotverschiebung. Das heißt, wenn eine Lichtquelle von uns weg fliegt, werden die Wellen gewissermaßen gedehnt, sodass wir röteres Licht sehen; die Spektrallinien sind ins Rote verschoben. Umgekehrt beobachtet man bei sich nähernden Lichtquellen eine Blauverschiebung. Ähnlich wie beim Polizeiwagen, der an einem vorbeifährt. Solange er auf uns zufährt, klingt die Sirene höher; wenn er sich entfernt, tiefer.

Dies ist die "klassische" Rotverschiebung. Beim gegenwärtigen Big Bang Modell (Urknall - Hypothese) lässt man die Doppler Rotverschiebung als einzige und dominierende Rotverschiebung zu. Wenn man dies tut, dann müsste sich das Weltall unentwegt ausdehnen, da alle Sterne vor uns fliehen.

8.3 Eine neue Rotverschiebung

Allgemein gesprochen: Licht ist eine Energieform. Als solche muss es mit anderen

Energieformen, z.B. Materie, wechselwirken, d.h. Energie austauschen. Beim Licht geht das nur über eine Frequenzänderung, also muss Licht, das mit Materie wechselwirkt, niederfrequenter, röter werden. Und zwar um so röter, je länger der Weg ist, auf dem das Licht die Gelegenheit zur Wechselwirkung hat.

In seinem Artikel [A New Non-Doppler Redshift](#) beschreibt Marmet (offenbar als erster) eine Ursache für eine Rotverschiebung, ein Effekt, der bisher ignoriert wurde: die Wechselwirkung mit interstellarem Wasserstoff, genauer gesagt die leicht inelastische Kollision von Photonen mit molekularem Wasserstoff H_2 im Weltraum. Er rechnet vor, dass diese Rotverschiebung das gleiche formale Verhalten zeigt wie die Dopplerverschiebung - sie folgt ebenfalls der Beziehung $\Delta v / v$. Formelmäßig ist sie nicht von der Doppler Rotverschiebung unterscheidbar!

Der Mechanismus, der zu dieser Rotverschiebung führt, ist folgendermaßen zu erklären. Das Licht hat einen Impuls. Wenn ein Photon mit einem Elektron der interstellaren Wasserstoffs H_2 kollidiert, wird dieser Impuls übertragen und führt zu einer Beschleunigung des Elektrons. Wir wissen, daß beschleunigte Ladungen strahlen. Das Elektron strahlt also während der Zeit, in der es beschleunigt wird und die der Kohärenzzeit des Lichtes entspricht, Energie ab. Diese Energie wird dem Licht entzogen, was wegen der Beziehung

$$E=h*\nu$$

die Frequenz verringert. Niedrigere Frequenz bedeutet Rotverschiebung.

Mit der neuen Rotverschiebung lassen sich mehrere bisher unerklärbare Effekte erklären. Zum Beispiel beobachtet man eine Rotverschiebung am Rand der Sonne ("solar limb"). Marmet erklärt diese in [Redshift of Spectral lines in the Sun's Chromosphere](#).

Die Entdeckung dieser neuen Rotverschiebung hat einen großen Einfluss auf unser Weltbild. Die Auswirkungen werden wir im nächsten Kapitel betrachten.

8.4 Temperaturabhängigkeit

Eine weitere Tatsache ist bemerkenswert: Diese Rotverschiebung ist auch abhängig von der Temperatur der Lichtquelle. Wie kann man sich das vorstellen? Nun, man kann zeigen, dass die Kohärenzlänge des Lichtes um so kürzer ist, je heißer die Temperatur des strahlenden Körpers ist (Schwarzkörperstrahlung). Kürzere Kohärenzlänge heißt, es steht weniger Zeit für die Übertragung des Impulses zur Verfügung, und daher wird das Elektron stärker beschleunigt. Das wiederum bedeutet: es strahlt mehr Energie ab als bei Licht mit großer Kohärenzlänge. Also wird das Licht um so stärker rotverschoben, je heißer die Quelle ist.

Damit kann man z.B. die paradoxe Rotverschiebung bei Doppelsternen erklären. Doppelsterne: das sind zwei Sterne, die um einen gemeinsamen Schwerpunkt kreisen. Man kennt eine Reihe von Sternpaaren, bei denen die beiden Partner eine deutlich verschiedene Rotverschiebung aufweisen. Wenn man diese Rotverschiebung mit dem Dopplereffekt erklärt, könnten sie nicht um einander kreisen, was sie aber ganz offensichtlich tun. Dieses Problem kann man jedoch mit der oben skizzierten Temperaturabhängigkeit ganz elegant lösen: das Licht des heißeren Sterns wird stärker rotverschoben.

Wenn man die Temperaturabhängigkeit berücksichtigt, kommt man auch zu realistischeren Werten für Entfernung und Helligkeit der Quasare, die ja extrem heiß sind. Siehe hierzu [The Cosmological Constant and the Redshift of Quasars](#).

Im Artikel [Non-Doppler Redshift of Some Galactic Objects](#) befasst sich Marmet mit unerklärlichen oder paradoxen Rotverschiebungen, beobachtet bei binären Sternen (Doppelsternen), Sternhaufen und dem "K Effekt". Hierzu Näheres im nächsten Kapitel.

8.5 Gravitative Rotverschiebung

Eine weitere Ursache für eine Rotverschiebung ist die Gravitation. Dies fordert auch Einstein. Allerdings weist Marmet nach, dass das Licht nicht auf dem Weg aus einem Gravitations - Potentialtopf rotverschoben wird, sondern daß es auf dem Grund des Potentialtopfs mit längerer Wellenlänge erzeugt wird. Wir haben den Mechanismus im Kapitel über die potentielle Energie kennengelernt.

Siehe hierzu auch seine Erklärung des Experiments von Pound und Rebka in [Natural Physical Length Contraction Due to Gravity](#).

9 Kosmologie

Die Kosmologie entfernt sich immer weiter von der Physik und der Logik. Daher ist es – neben der Überprüfung der Modellvorstellungen – wichtig, die Grundbegriffe sauber zu definieren.

9.1 Grundbegriffe

Ich bezeichne als physikalische Entität ganz allgemein ein wie auch immer strukturiertes Energiepaket. Diese Entitäten sind folgendermaßen charakterisiert:

- Sie befinden sich in dauernder Wechselwirkung und tauschen Energie miteinander aus. Nur diese Wechselwirkung ist Gegenstand der Physik.
- Sie sind im Prinzip unendlich ausgedehnt. Es gibt daher keinen leeren Raum ohne Energie. Raum / Ausdehnung ist ein Charakteristikum der Entitäten.
- Sie existieren unabhängig von einem Beobachter. Ihre Eigenschaften existieren schon vor einer Beobachtung bzw. Messung. (Dies ist ein bewusster Gegensatz zur Kopenhagener Deutung.¹⁾)

Das Universum ist definiert als die Summe von allen physikalischen Entitäten, die existieren. Daraus folgt:

- Universum ist ein Singular, es kann nicht mehrere Universen geben, denn dann würde eine Summe existieren, die erst die Summe von Allem, was existiert, wäre. (Selbst die Rechtschreibprüfung von OpenOffice moniert „Universen“.)
- Da das Universum alles enthält, was existiert, gibt es kein „außerhalb“. Es kann sich deshalb auch nicht ausdehnen.
- Das Universum ist unendlich.
- Im Universum gilt das Gesetz der Energieerhaltung. Alle physikalischen Entitäten wechselwirken, tauschen Energie aus, wobei die Gesamtenergie erhalten bleibt.
- Durch keinen physikalischen Vorgang kann sich ein Teil des Universums von diesem „abspalten“ - das widerspräche dem Grundbegriff „Universum“, dem Gesetz der Energieerhaltung und der Wechselwirkung.

¹ Danach tritt beispielsweise bei der Messung von Photonen ein Problem auf: Photonen können als Welle oder als Korpuskel auftreten. Dies wird durch die Messung, durch den verwendeten Detektor bestimmt. Das Photon weiß bei seiner Entstehung noch nicht, als was es einmal gemessen werden wird und verharrt deshalb in einem geisterhaften Zwischenzustand (Schrödingers Katze). Erst durch die Messung beginnt es zu existieren (Kollaps der Wellenfunktion). Man sieht hier wieder – eine unzureichende Modellvorstellung. Das Photon existiert von Anfang an als komplexe räumliche Anordnung. Je nach Detektor kann man die eine oder die andere Eigenschaft des Photons messen. Durch den Messvorgang (Wechselwirkung) wird das Photon verändert.

9.2 Die Urknall-Hypothese

Wir kennen alle die gegenwärtig in der Kosmologie vorherrschende Urknall-Hypothese. Die Idee stammt von dem belgischen Jesuitenpater Abbé Georges Lemaître, und die ganze Hypothese fußt auf der Interpretation der gemessenen Rotverschiebung als Dopplereffekt. Trotz erheblicher Bedenken namhafter Wissenschaftler setzte sie sich durch. Man kann genaueres zur Historie und zur geltenden Lehre in der Wikipedia finden. Die Urknall-Hypothese basiert auf einer kreationistischen Idee.

Die Urknall-Hypothese ist inzwischen ein Selbstläufer, obwohl sie weder mit der Erhaltung der Energie noch mit den bekannten physikalischen Gesetzen kompatibel ist. Dies wäre eigentlich ein interessantes Thema für Psychologen, aber bleiben wir bei der Physik und der reinen Logik. Lesenswert ist hierzu Marmets Artikel [Big Bang Cosmology Meets an Astronomical Death](#).

Am Anfang jeder Hypothese oder Theorie in der Physik stehen Messungen. Daraufhin wird ein beschreibendes Modell aufgestellt. In diesem Fall messen wir die Rotverschiebung, das Lichtspektrum ferner Galaxien ist zu längeren Wellenlängen hin verschoben. Aus anderen Messungen lässt sich ableiten: "je weiter entfernt die Galaxis, desto röter das ausgesandte Licht".

Fundamentale Annahme: Diese Rotverschiebung wird vom Dopplereffekt verursacht. Der Dopplereffekt beschreibt die Rotverschiebung bzw. Blauverschiebung von Spektren von sich entfernenden bzw. nähernden Lichtquellen, je schneller, desto stärker ist die Verschiebung.

Folgerung: Je weiter die Galaxien entfernt sind, desto schneller fliegen sie von uns weg. Das geht solange gut, bis die Fluchtgeschwindigkeit gleich der Lichtgeschwindigkeit c ist ("Rand des Universums").

Umkehrschluss: was auseinanderfliegt, muss einmal zusammengehört haben, also explodiert sein (big bang). Und wenn man weiß, wie stark die Fluchtgeschwindigkeit mit der Entfernung wächst (Hubblekonstante), kann man das Alter des Universums berechnen. (Dies macht die Hypothese für Kreationisten so anziehend: ein definierter Schöpfungszeitpunkt.)

*Dies ist die Argumentationskette, die zum Urknall führt. Sie hat **nur** Bestand, wenn der Dopplereffekt die einzige oder dominierende Ursache für die Rotverschiebung ist. Außerdem wird hierbei vorausgesetzt, daß das Universum endlich ist und sich ausdehnen kann. Die Energieerhaltung bleibt außen vor.*

Man versucht, den immer lauterem Zweifeln mit weiteren Argumenten zu begegnen. So wird z.B. die 3K Hintergrundstrahlung als Rest des Urknalls gedeutet. In jüngster Zeit fordern die Kosmologen „dunkle Materie“ und „dunkle Energie“, die mindestens 75% der gesamten Energie des Universums betragen soll, um die Expansion zu retten.

Ich möchte mich nicht mit weiteren Gegenargumenten aufhalten, sondern nur die fundamentale Annahme diskutieren: die Rotverschiebung.

9.3 Diskussion der Rotverschiebung

Um es zu wiederholen: Licht ist eine Energieform. Als solche muss es mit anderen Energieformen, z.B. Materie, wechselwirken, d.h. Energie austauschen. Beim Licht geht das nur über eine Frequenzänderung, also muss Licht, das mit Materie wechselwirkt, röter werden. Und zwar um so röter, je länger der Weg ist, auf dem das Licht die Gelegenheit dazu hat.

Dies ist grundsätzlich so. Es muss deshalb einen „Rand“ des **sichtbaren** Universums geben, der durch die maximale Rotverschiebung, ab der wir das Licht nicht mehr wahrnehmen können, bestimmt wird. Es gibt auch die Doppler-Rotverschiebung, und zwar genauso häufig wie die Doppler-Blauverschiebung. Die Dopplerverschiebungen mitteln sich im kosmischen Maßstab heraus.

Das Einzige, was jetzt noch zu klären wäre, ist die Größenordnung der Rotverschiebung, und daraus folgend der Radius des sichtbaren Universums. Die von Marmet vorgestellte Rotverschiebung ist sicherlich der dominierende Faktor. Selbst wenn sie es nicht wäre, würde sich nur der Radius ändern, aber nicht die Tatsache, daß es eine Rotverschiebung wegen der Wechselwirkung geben muss.

9.4 Die Alternative

Wie oben schon gesagt muss es einen Mechanismus der Wechselwirkung zwischen Licht und Materie geben, der zur Rotverschiebung führt. Marmet beschreibt ihn (erstaunlicherweise offenbar als erster), siehe [A New Non-Doppler Redshift](#).

Hier in Kürze: wenn ein Photon z.B. auf ein Wasserstoffatom, genauer auf dessen Elektron trifft, wird es von ihm absorbiert und nach etwa 10^{-8} s wieder abgestrahlt; wegen der Impulserhaltung in der gleichen Richtung. Durch das Photon wird das Elektron kurzzeitig beschleunigt und auf ein anderes Energieniveau gehoben. Ein beschleunigtes Elektron sendet aber nach Maxwell Strahlung aus (Marmet: "bremsstrahlung"). Wegen diesem Energieverlust ist das während des Zurückfallens abgestrahlte Licht langwelliger.

Marmet rechnet vor, daß sich die gleiche $1/r$ -Abhängigkeit ergibt wie beim Dopplereffekt. Er gibt auch Schätzwerte an, wonach die Dichte des interstellaren Wasserstoffs ausreicht, um genügend Rotverschiebung zu bewirken.

Damit ergibt sich in Einklang mit der Energieerhaltung und den theoretischen Forderungen ein unendliches, nicht expandierendes Universum, in dem wir so weit sehen können, bis das Licht zu stark rotverschoben ist.

Die 3K-Hintergrundstrahlung entpuppt sich letztenendes als die mittlere Temperatur aller Objekte im sichtbaren Universum. Und Olbers Paradox ist gelöst: im 3K-Bereich ist der Himmel weiß.

Siehe hierzu auch den Artikel "Cosmic Matter and the Nonexpanding Universe" von Paul Marmet und Grote Reber.

Man sieht, wohin eine falsche Modellvorstellung, hier die Grundannahme „Dopplereffekt“, führen kann. Zur Ehrenrettung von Abbé Georges Lemaître muss man anerkennen, daß zu seiner Zeit vieles noch nicht bekannt war. Aber wir Nachfolgenden sollten nach 80 Jahren für neue Ideen offen sein.

10 Fazit

Hier eine kurze Zusammenfassung der Erkenntnisse aus den vorangegangenen Kapiteln:

- Wir leben in einem unendlichen Universum, in dem das Gesetz der Energieerhaltung gilt. Dieses Universum ist die Gesamtheit von allem, was existiert.
- Unserer Beobachtung zugänglich ist das sichtbare Universum. Dessen Radius wird bestimmt von der Größe der Wechselwirkung zwischen Licht und Materie.
- Diese Wechselwirkung äußert sich als Rotverschiebung. Der Löwenanteil dieser Rotverschiebung wird durch den von Marmet beschriebenen Effekt verursacht (d.h. Wechselwirkung Photon - interstellarer Wasserstoff H_2).
- 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 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 klassischen 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 soviel interessantes, das Sie sich unbedingt durchlesen sollten, z.B.:

- www.newtonphysics.on.ca
- [Einstein's Theory of Relativity versus Classical Mechanics.](#)
- [Fundamental Nature of Relativistic Mass and Magnetic Fields.](#)
- [Natural Length Contraction Mechanism Due to Kinetic Energy.](#)
- [Natural Physical Length Contraction Due to Gravity.](#)
- [A New Non-Doppler Redshift.](#)
- [Redshift of Spectral lines in the Sun's Chromosphere.](#)
- [Non-Doppler Redshift of Some Galactic Objects.](#)
- [Big Bang Cosmology Meets an Astronomical Death.](#)
- [The Cosmological Constant and the Redshift of Quasars.](#)

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](#): *Criticism of the Foundations of the Relativity Theory*. Es kann von <http://www.antidogma.ru/english/relbookeng.html> heruntergeladen werden.

Zum Thema Kosmologie gibt es eine Menge Material:

<http://www.electric-cosmos.org/arp.htm> Halton Arp's discoveries,

siehe auch <http://haltonarp.com/>

<http://www.bigbangeverhappened.org/>: die Seite von Eric J Lerner

<http://www.cosmologystatement.org/> : An Open Letter to the Scientific Community

Unter den oberen beiden Adressen findet man eine Menge von neueren Beobachtungen, die mit der üblichen Expansionshypothese nicht zusammen passen.