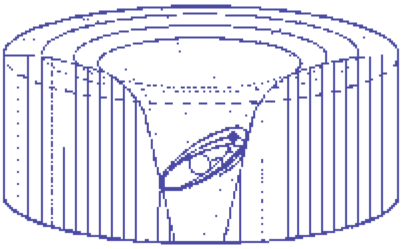


Einsteins Relativitätstheorie kontra klassische Mechanik

Paul Marmet

übersetzt von Mathias Hüfner

letzte Durchsicht 01.08.12

Kapitel drei

Demonstration der Lorentz-Gleichungen ohne Einsteins Relativitäts-Prinzipien.

3,1 – Das grundlegende physikalisches Prinzip.

In diesem Kapitel zeigen wir, dass die Lorentz-Gleichungen unter Verwendung des Prinzips der Masse-Energie-Erhaltung und der Quantenmechanik abgeleitet werden können. Die Gleichungen, die erhalten werden, sind mathematisch zu den üblichen Lorentz-Transformationen identisch. Es gibt keinen Bedarf an Einsteins Relativitätsprinzipien oder an der Hypothese der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit. Tatsächlich wird kein neues physikalische Prinzip benötigt und die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit erscheint als Folge der Erhaltung der Masse-Energie-Beziehung.

Wir haben in Kapitel 1 gesehen, dass das Prinzip der Erhaltung von Masse und Energie bedeutet, dass die Masse eines Teilchens sich mit dem Gravitationspotential ändert. In diesem Kapitel betrachten wir Teilchen mit kinetischer Energie. Wir berücksichtigen diese Massenzunahme durch kinetische Energie unter Verwendung von Einsteins relativistischen Verhältnis m_v [Rest] = $\gamma\, m_\sigma$ [Rest]. Dieses Verhältnis zeigt, dass ein bewegtes Teilchen eine größere Masse als das gleiche Teilchen im Ruhezustand hat (unter Verwendung der Ruhemasse-Einheiten). Jedoch wie erwartet, wenn die Masse innerhalb des bewegten Bezugssystems (unter Verwendung der richtigen Werte) beobachtet wird, scheint sie sich nicht zu verändern.

Um die Lorentz-Gleichungen unter Verwendung von physikalischen Erwägungen anstelle einer mathematischen Koordinatentransformation abzuleiten, müssen wir die physikalische Bedeutung der verwendeten Quantitäten genau definieren. Wir haben gesehen, dass Einstein der Ansicht war, dass Zeit sei, was Uhren anzeigen. Wir wissen aber, dass Uhren langsamer laufen, wenn sie in einem Gravitationspotential sind. Jedoch fließt Zeit nicht langsamer, weil Uhren mit einer langsameren Taktrate laufen.

Folglich selbst wenn die Gleichungen, die wir finden, mathematisch die gleichen sind wie die Lorentz-Gleichungen, wird wegen Einsteins Interpretation, der Parameter, der die Zeit t in der Gleichung darstellt, in Wirklichkeit eine Uhranzeige CD sein. Deshalb sollten wegen Einsteins Verwechslung zwischen Uhranzeige und Zeit, die Einheiten (Sekunden), die in den Lorentz-Gleichungen die Zeit t kennzeichnen, nicht existieren, weil t hier in Wirklichkeit eine Uhranzeige ist (die eine reine Zahl ist).

Wenn wir Einsteins Modell der Zeitausdehnung mit der natürlichen Erklärung vergleichen, in der die Taktfrequenz einfach langsamer ist, werden wir genötigt, Uhranzeigen, die keine Einheiten haben, mit einer echten Zeit zu vergleichen, die in Sekunden ausgedrückt werden muss. In diesem Kapitel, da wir einen Vergleich zwischen Einsteins Modell und der Masse-Energie-Erhaltung herstellen möchten, ist es unmöglich zu vermeiden, Einsteins Zeiteinheiten kurzzeitig zu den Quantitäten zu geben, die nur Uhranzeigen darstellen. Außerdem sehen wir, dass das Verhältnis, in dem die Länge *L* der

Geschwindigkeit mal einem Zeitabstand entspricht (L = vΔt), zu eine fehlerhafte Länge führt, weil Einsteins Definition der Zeit nicht Zeit sondern eine Uhranzeige ist. Deshalb ist die gefundene Länge keine Länge, sondern eine reine Anzahl (von lokalen Metern). Die Länge einer Stange ist ein Wirklichkeit unabhängig vom Beobachter und hängt nicht von der Taktrate ab, mit der eine messende Uhr läuft. Es gibt keine Änderung der Länge einer Stange, wenn der Beobachter eine Uhr benutzt, die langsamer läuft. Infolgedessen ist es sehr subtil, unsere Berechnungen mit Einsteins Theorie zu vergleichen, weil Einstein die Verlangsamung von Uhren mit Zeitausdehnung verwechselte.

3,2 - Die Änderung der Energie und des Bohr-Radius wegen der kinetischen Energie.

Wir haben erklärt, dass die Bohr-Gleichung (Gleichung 1,12) ein Verhältnis zwischen den Parametern gibt, die die Taktrate beschreiben, mit der eine Atomuhr läuft. Die Energieniveaus im Bohr-Atom für jedes der n-Quantenniveaus sind:

$$\mathbf{E}_{n,o}[\mathbf{rest}] = \frac{2\pi^2\mathbf{k}^2\mathbf{e}^4}{\mathbf{n}^2\mathbf{h}_o^2}\mathbf{m}_o[\mathbf{rest}] \qquad 3,1$$

wo das Tiefzeichen o bedeutet, dass das Atom im Ruhezustand ist. Wenn dem Wasserstoffatom eine Geschwindigkeit gegeben wird, ändert sich die Energie von jedem der n-Niveaus, wie von einem Beobachter gesehen, der im Ruhezustand bleibt und Ruhe-Einheiten verwendet.

Wir müssen bemerken, dass das Bezugssystem, in dem der Beobachter wirklich sitzt, keine physikalische Bedeutung hat. Jedoch ist eine Beschreibung der Einheiten (der Masse, der Länge und der Taktfrequenz), die vom Beobachter benutzt werden, notwendig. Selbstverständlich nimmt man im Allgemeinen an, dass der Beobachter die Einheiten benutzt, die in seinem eigenen Bezugssystem existieren. Jedoch ist die Beschreibung nur komplett, wenn wir das Bezugssystem mit den ursprünglichen Einheiten spezifizieren, anstatt jedes Mal anzunehmen, dass der Beobachter die Einheiten seines eigenen Bezugssystems benutzt.

Die Energieniveaus des bewegten Atoms (unter Verwendung der Einheiten des ruhenden Bezugssystems) werden gegeben, indem man die Gleichungen (2,22) und (2,23) in Gleichung (3,1) einsetzt. Die Bohr-Gleichung wird:

$$\mathbf{E}_{n,v}[\mathbf{rest}] = \frac{1}{\gamma}\cdot\frac{2\pi^2\mathbf{k}^2\mathbf{e}^4}{\mathbf{n}^2\mathbf{h}_o^2}\mathbf{m}_o[\mathbf{rest}] \qquad 3,2$$

Außerdem da der Bohr-Radius a_o *eines* Atoms im Ruhezustand ist:

$$a_o[\mathbf{rest}] = \frac{\mathbf{h}_o^2}{4\pi^2\mathbf{m}_o\mathbf{e}^2\mathbf{k}}[\mathbf{rest}] \qquad 3,3$$

unter Verwendung von den Gleichungen (2,22), (2,23) und (3,3) ist der Bohr-Radius eines bewegten Atoms:

$$a_v[\mathbf{rest}] = \gamma\frac{\mathbf{h}_o^2}{4\pi^2\mathbf{m}_o\mathbf{e}^2\mathbf{k}}[\mathbf{rest}] = \gamma a_o[\mathbf{rest}] \qquad 3,4$$

Das heißt, dass der Bohr-Radius a_o linear mit γ zunimmt. Dieses wird in Abschnitt 3,4 besprochen. Von Gleichung (3,2) sehen wir, dass die Energie zwischen Atomübergängen eines bewegten Atoms (das die Taktfrequenz bestimmt), sich linear verringert, während sich γ (unter Verwendung der Einheiten des ruhenden Bezugssystems) erhöht. Wir stellen fest, dass entsprechend der Quantenmechanik, sich die

Taktrate einer bewegten Uhr verlangsamt, wenn sich ihre Geschwindigkeit erhöht.

Dieses stimmt mit der langsameren Taktfrequenz der Bewegung von Atomen überein, wie experimentell beobachtet und als Zeitausdehnung irrtümlich interpretiert worden ist. Die populäre Phrase „Zeitausdehnung“ sollte in der Bedeutung interpretiert werden, dass die Taktrate der bewegten Uhr sich verlangsamt hat und nicht, dass sich die Zeit gedehnt hat. Die Bohr-Gleichung (Gleichung 3,2) nur mit dem Massen-Verhältnis (Gleichung 2,23) zu kombinieren und die Vernachlässigung von Gleichung (2,22) würden zu eine Zunahme der Taktrate der bewegten Uhr führen. Das ist zu den Beobachtungen und zur Masse-Energie-Erhaltung konträr, wie wir in Kapitel 2 gesehen haben. Die Korrektur wegen der Masse und Energie muss am Planck-Parameter h angewendet werden, wie durch Gleichung 2,22 gegeben worden ist. Folglich ist die beobachtete Verlangsamung der Taktfrequenz der bewegten Uhren, die in Gleichung (3,2) enthalten ist, eine experimentelle Bestätigung von Gleichung (2,22). Dieses löst auch den offensichtlichen Widerspruch, der in Abschnitt 2,7 dargestellt wurde.

3,3 - Die Lorentz-Gleichung für die Zeit.

Von der relativistischen Bohr-Gleichung, die oben dargestellt wurde, wollen wir die Energie eines Atoms berechnen, das sich in einem stationären Bezugssystem befindet. Aus Gleichung (3,1) sehen wir, dass die Energiezustände eines stationären Atoms (unter Verwendung der Einheiten eines ruhenden Bezugssystems) sind:

$$E_o[\text{rest}] = \frac{2\pi^2 k^2 e^4}{n^2 h_o^2} m_o[\text{rest}] = h_o \nu_o[\text{rest}] \qquad 3,5$$

wo $h_o \nu_o[\text{rest}]$ die innere Anregungsenergie im Atom ist, unter Verwendung der Einheiten eines ruhenden Bezugssystems. Wegen seiner Geschwindigkeit hat das Atom, das sich in dem bewegten Bezugssystem befindet, eine andere innere Energie. Gleichung (3,2) gibt (unter Verwendung der Einheiten des ruhenden Bezugssystems):

$$E_v[\text{rest}] = \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{2\pi^2 k^2 e^4}{n^2 h_o^2} m_o[\text{rest}] = h_o \nu_v[\text{rest}] \qquad 3,6$$

wo $h_o \nu_v[\text{rest}]$ die innere Anregungsenergie des bewegten Atoms ist (unter Verwendung der Einheiten des ruhenden Bezugssystems), die vielleicht ***in einem Bezugssystem im Ruhezustand empfangen werden*** kann, um mit der Masse-Energie-Erhaltung kompatibel zu sein. Infolgedessen hat die Strahlung, die von solch einem Atom ausgestrahlt wird, eine niedrigere absolute Energie und Frequenz. Dieses kann aus Gleichungen (3,5) und (3,6) ersehen werden:

$$E_v[\text{rest}] = \frac{E_o[\text{rest}]}{\gamma} \qquad 3,7$$

Aus Gleichung (3,7) sehen wir, dass unter Verwendung von Einheiten des ruhenden Bezugssystems es weniger innere Energie $E_v[\text{rest}]$ im bewegten Atom (wegen Gleichung 2,22) als im Atom im Ruhezustand gibt ($E_o[\text{rest}]$).

Der mittlere Ausdruck in Gleichung (3,6) stellt die interne Anregungsenergie des bewegten Atoms in den Ruhe-Einheiten dar, während der Ausdruck der rechten Seite die gleiche verfügbare innere Energie darstellt, die von einem Beobachter im Ruhezustand empfangen werden kann (auch in Ruhe-Einheiten). Da die Energiezustände des bewegten Atoms weniger Energie (immer in Ruhe-Einheiten) haben, ermittelt der Beobachter im Ruhezustand eine niedrigere Frequenz (wie unter Verwendung der Einheiten des ruhenden Bezugssystems gemessen) wenn diese Energie ausgestrahlt wird. Wir müssen feststellen, dass in beiden Fällen (Gleichungen (3,5) und (3,6)) die Konstante h sich auf eine Messung bezieht, die im stationären Bezugssystem erfolgt ist (das bedeutet, dass die Messung aus einem Bezugssystem gemacht wurde, das keine Geschwindigkeit hat und Ruhe-Einheiten verwendet), weshalb der Parameter h das Tiefzeichen o haben muss.

Man sollte den grundlegenden physikalische Mechanismus bemerken, der in der Abnahme der innerer Energie vom Wasserstoffatom enthalten ist, wie in Gleichung (3,7) angegeben (unter Verwendung der Ruhe-Einheiten). Die interne potentielle Energie in einem Wasserstoffatom wird durch Gleichung (1,12) gegeben. Wenn das Wasserstoffatom sich bewegt, zeigt Gleichung (1,12) wegen der Zunahme der Geschwindigkeit, dass die Elektronenmasse m_e und deshalb auch die Energie E_n um einen Faktor γ zunimmt. Gleichzeitig erhöht sich jedoch auch der Planck-Parameter, der quadriert wird und im Nenner sitzt. Der Gesamteffekt ist, dass sich die innere Energie E_n im Atom verringert, wenn die Geschwindigkeit sich erhöht. Man muss dann feststellen, dass, wenn die Geschwindigkeit sich erhöht, die Elektronenmasse größer wird , aber die Abnahme des Planck-Parameters entspricht einer Abnahme der Kraft zwischen dem Elektron und dem Proton.

Von Gleichungen (3,5), (3,6) und (3,7) erhalten wir das Verhältnis zwischen den Taktfrequenzen der bewegten Uhr und der Uhr im Ruhezustand. Es ist:

$$\frac{E_v[\mathbf{rest}]}{E_o[\mathbf{rest}]} = \frac{h_o \nu_v[\mathbf{rest}]}{h_o \nu_o[\mathbf{rest}]} = \frac{1}{\gamma} = \frac{\nu_v[\mathbf{rest}]}{\nu_o[\mathbf{rest}]} \qquad 3,8$$

Der letzten Term ν_v[rest]/ν_o[rest] von Gleichung (3,8) gibt das Verhältnis zwischen den Frequenzen (in Ruhe-Einheiten) der Schwingungen von zwei unabhängigen Uhren, die verschiedene Geschwindigkeiten entsprechend der Bohr-Gleichung haben. Dieses Verhältnis hat nichts mit den relativen Werten der Frequenzen einer elektromagnetischen Welle zu tun, wie in Gleichung (2,21) angegeben. In Gleichung (3,8) gibt es zwei verschiedene Frequenzen, die durch zwei verschiedene Uhren ausgestrahlt werden, die in einem einzelnen Bezugssystem beobachtet werden. Jedoch im Falle von Gleichung (2,21) haben wir eine einzige Uhr mit einer Frequenz, die von zwei unabhängigen Beobachtern beobachtet wird, welche sich in verschiedenen Bezugssystemen befinden.

Wir wollen Abbildung 3,1 betrachten, auf der eine bewegte Uhr M vor einer Station (im Ruhezustand) von A bis B reist. Wir wollen die Differenz der Uhranzeigen ΔCD_o messen , die von einer Uhr notiert wurde, die sich auf der Station im Ruhezustand befindet, zwischen den Augenblicken, als die bewegte Uhr M sich von A nach B begab.
Wir messen auch den Unterschied der Uhranzeigen ΔCD_v, notiert von der bewegten Uhr während sie sich von A nach B begibt. Es ist klar, dass die absolute Zeit für M, um von A nach B zu kommen, für beide Beobachtungen (wie in Abschnitt 2,3 definiert) die selbe ist .

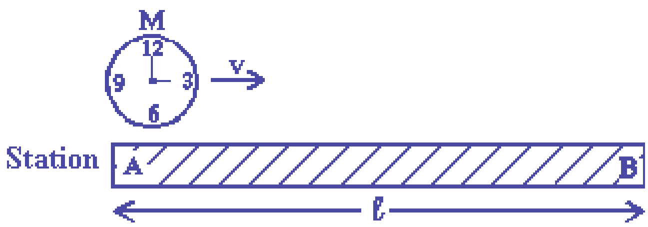


Abbildung 3.1

Jedoch zeigen die zwei Uhren nicht den gleichen Unterschied an, weil sie nicht mit der gleichen Taktrate laufen. Das Verhältnis zwischen jenen zwei Differenzen der Uhranzeigen ΔCD_o und ΔCD_v ist dem Verhältnis der Taktfrequenz ν_o[rest] und ν_v[rest] proportional. Deshalb ist:

$$\frac{\Delta CD_v}{\Delta CD_o} = \frac{\nu_v[\mathbf{rest}]}{\nu_o[\mathbf{rest}]} \qquad 3,9$$

Die Kombination von Gleichung (3,9) mit Gleichung (3,8) ergibt:

$$\Delta CD_v = \frac{\Delta CD_o}{\gamma} \qquad 3{,}10$$

zu welcher mathematisch identisch ist:

$$\Delta CD_v = \frac{\gamma}{\gamma^2}\Delta CD_o \qquad 3{,}11$$

Von der üblichen Definition von γ aus Gleichung (2,2) folgt:

$$\frac{1}{\gamma^2} = 1 - \frac{v^2}{c^2} \qquad 3{,}12$$

Und wir finden unter Verwendung von Gleichung (3,11) dass:

$$\Delta CD_v = \gamma\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)\Delta CD_o \qquad 3{,}13$$

Einstein machte die Hypothese, dass Zeit sei „was Uhren anzeigen“. Das bedeutet, dass das Δt in Einsteins Relativität und in den Lorentz-Gleichungen nur ein Unterschied von Uhranzeigen auf einer Uhr im Ruhezustand ist, zu welchem die Zeiteinheiten angegeben wurden:

$$\Delta CD_o = \Delta t \qquad 3{,}14$$

In Wirklichkeit muss die Einheit von ΔCD_o (die eine reine Zahl ist) zu Δt hinzugefügt werden, da Δt nichts weiter als ein ΔCD ist. Nehmen wir ein Beispiel: Man glaubt, dass in Einsteins Relativität und in den Lorentz-Gleichungen, wenn ein angeregter Atomzustand eines bewegten Atoms nicht nach einem klassischen Zeitabstand abgeklungen ist, es daran liegt, weil der Zeitabstand innerhalb des bewegten Bezugssystems kürzer als im ruhenden System war. Wir haben oben gesehen, dass diese Erklärung falsch ist und dass der Grund ist, dass das Prinzip von der Masse-Energie-Erhaltung eine Änderung in den Atomparametern erfordert und infolgedessen die interne Bewegung innerhalb der Atome langsamer ist. Diese langsamere interne Bewegung macht die bewegte Uhrfunktion langsam. Deshalb ist das Δt, das von Einsteins und Lorentzs Uhren gemessen wird, überhaupt kein Zeitintervall, sondern eine Differenz von Uhranzeigen (ΔCD) einer Uhr, die langsamer läuft. Die korrekte Erklärung ist die, dass, wenn wir in der Lorentz-Gleichung finden, dass $\Delta t'$ unterschiedlich zu Δt während des gleichen Zeitintervalls ist, wir durch die Uhren getäuscht werden, die mit unterschiedlicher Taktrate in den verschiedenen Bezugssystemen laufen. Es ist ein Interpretationsfehler, Zeiteinheiten Δt und $\Delta t'$ in den Lorentz-Gleichungen zu zuordnen, während sie nichts weiter als Unterschiede von Uhranzeigen sind, wie von Einstein zugelassen. Da das ΔCD eine reine Zahl ist, ist Δt in Gleichung (3,14) auch eine reine Zahl. Ähnlich wird der Unterschied der Uhranzeige ΔCD_v in den Lorentz-Gleichungen $\Delta t'$ genannt:

$$\Delta CD = \Delta t_v' \qquad 3{,}15$$

In einem Vergleich mit den Lorentz-Gleichungen, wie sie durch Gleichungen (3,14) und (3,15) gegeben sind, ist es nützlich, einige mathematische Eigenschaften zu überprüfen, die für beide Interpretationen gemeinsam gelten. Gleichungen (3,14) und (3,15) in Gleichung (3,13) eingesetzt ergeben:

$$\Delta t' = \gamma\left(\Delta t - \frac{v^2\Delta t}{c^2}\right) \qquad 3{,}16$$

Per Definition ist x die Anzahl von Einheiten, die den Abstand darstellt, der während Δt (für Einstein entsprechend die Zeit, während der eine Uhr ΔCD_o zeigt) zurückgelegt wird:

$$x = v\Delta t \text{ oder } x = vDCD_o \qquad 3{,}17$$

Selbstverständlich ist x kein wirklicher Abstand, wie schon in Abschnitt 3,1 erklärt. Wir wollen Δt von Gleichung (3,17) ersetzen zum zweiten Ausdruck für Δt aus Gleichung (3,16). Dann erhalten wir:

$$\Delta t' = \gamma\left(\Delta t - \frac{vx}{c^2}\right) \text{ or } \Delta CD_v = \gamma\left(\Delta CD_o - \frac{vx}{c^2}\right) \quad 3{,}18$$

Gleichung (3,18) gibt das Verhältnis zwischen $\Delta t'$ (das eine Differenz zwischen Uhranzeigen ist), angezeigt von einer Uhr, die sich im Abstand x vom Ursprung befindet und sich mit einer Geschwindigkeit v bewegt und Δt, das von einer stationären Uhr angezeigt wird. Wir beobachten, dass Gleichung 3,18 genau die Lorentz-Gleichung für die Zeit ist und dass sie mit Einsteins Hypothese übereinstimmt, dass Zeit ist, was Uhren anzeigen. Diese Gleichung ist einfach eine genaue mathematische Beschreibung der Masse-Energie-Erhaltung in Übereinstimmung mit Gleichungen (2,22) und (2,23) und mit dem physikalische Mechanismus, der in Gleichung (3,2) enthalten ist. Wir bemerken schließlich, dass die Lorentz-Transformation für die Zeit, die hier gezeigt worden ist, ohne die Hypothese von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit noch irgendeine neuen Hypothese zu verwenden, abgeleitet worden ist. Wir haben nur das Masse-Energie Verhältnis $E = Km$ von Gleichung (2,3) verwendet. Tatsächlich haben wir die Lorentz-Gleichung für die Zeit ohne den Gebrauch irgendwelcher Relativitätstheorie von Einstein erhalten.

Man muss feststellen, dass die Lorentz-Transformation, die oben abgeleitet wurde, in Wirklichkeit eine Transformation von relativen Uhranzeigen zwischen Bezugssystemen ist. Dann stellen Δt und $\Delta t'$ (wenn Sie auf dieser Lorentz-Gleichung bezogen werden), Unterschiede der Uhranzeige ΔCD dar.

3,4 - Längenausdehnung wegen der kinetischen Energie.

Längenausdehnung und -kontraktion sind in Kapitel eins für die Masse[1] demonstriert worden, die sich in einem Gravitationspotential befindet. Unter Verwendung von Gleichung (3,4) zeigen wir jetzt, dass die Bohr-Gleichung auch eine Längenänderung ergibt, wenn Masse eine Geschwindigkeit v bekommt. Dieses wird getan, ohne die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit mit einzubeziehen. Entsprechend Gleichung (3,4) haben wir:

$$a_v[\text{rest}] = \gamma \frac{h_o^2}{4\pi^2 m_o e^2 k}[\text{rest}] = \gamma a_o[\text{rest}] \qquad 3{,}19$$

Deshalb ist die relative Größe des Bohr-Radius als Funktion der Geschwindigkeit:

$$\frac{a_v[\text{rest}]}{a_o[\text{rest}]} = \gamma \qquad 3{,}20$$

Wir wollen ein Referenzmeter betrachten, dass aus gewöhnlichen klassischen Atomen hergestellt ist. Wir entnehmen aus Gleichung (3,20), dass die Größe von Atomen, die zum Bohr-Radius oder zum interatomaren Abstand proportional ist (siehe Anhang I), sich als Funktion der Geschwindigkeit erhöht. Das bedeutet, dass die Größe aller Massen sich mit der Geschwindigkeit erhöht.

Wir wissen, dass die Anzahl N_a von Atomen, die die Länge einer Stange bilden, sich nicht mit der Geschwindigkeit ändert. Außerdem ist in der modernen Physik gut bewiesen, dass der interatomare Abstandes φ_o zum Bohr-Radius a_o proportional ist, weshalb $\varphi_v[\text{rest}] = \gamma\varphi_o[\text{rest}]$ ist. Die Länge l_o *einer* Stange ist dann:

1 Der Autor verwendet den Begriff Materie.

$$l_o[\text{rest}] = (N_a-1)\varphi_o[\text{rest}] \qquad 3,21$$

Bei der Geschwindigkeit v, ist die Länge l_v :

$$l_v[\text{rest}] = (N_a-1)\varphi_v[\text{rest}] = (N_a-1)\gamma\varphi_o[\text{rest}] \qquad 3,22$$

Wir bemerken, dass die Anzahl der Atomen N_a viel größer als die Einheit ist. Deshalb erhalten wir unter Verwendung von den Gleichungen (3,21) und (3,22):

$$l_v[\text{rest}] = \gamma l_o[\text{rest}] = \frac{l_o[\text{rest}]}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad 3,23$$

Gleichung (3,23) zeigt, dass es eine Längenausdehnung der Massen gibt, wenn sich ihre Geschwindigkeit (in einem konstanten Gravitationspotential) erhöht. Die Längenausdehnung ist ein echtes physikalische Phänomen, das keinen Druck zur Folge hat, ähnlich der Längenausdehnung und Längenkontraktion in einem Gravitationsfeld, wie in Kapitel 1 gezeigt. Es ist nur das natürliche Gleichgewicht in der Masse durch die Quantenmechanik gegeben , das sie bei den relativistischen Geschwindigkeiten sich weiten lässt. Raumausdehnung oder Raumkontraktion sind bedeutungslos.

Die Tatsache, dass wir von unserer Argumentation zur Längenausdehnung anstelle zur Längenkontraktion geführt werden, stellt kein Problem dar, da das angenommene Phänomen der Längenkontraktion nie experimentell in der speziellen Relativität beobachtet worden ist. Im Gegenteil wir brauchen eine Längenausdehnung, um mit der Verlangsamung von Uhren kompatibel sein zu können, die auch von der Quantenmechanik gefordert wird und experimentell beobachtet worden ist. Um mit der Quantenmechanik und der Masse-Energie-Erhaltung widerspruchsfrei zu sein, muss man verstehen, dass keine Kontraktion der Länge (noch Raumes) in der speziellen Relativität existiert, weil γ immer gleich oder größer als eins ist (Gleichung 3,23). Es kann nur eine Längenausdehnung entstehen, wenn es eine Zunahme der Geschwindigkeit gibt.

3,5 - Die Lorentz-Transformation für Längen.

Wir wollen zwei identische Bezugssysteme O-X im Ruhezustand betrachten. Die Achsen jenes Bezugssystems werden mit vielen Stangen konstruiert, die eine Länge genau von einem Bezugsmeter haben (definiert in Abschnitt 2,4). Eine Masse M befindet sich in einem Abstand x[rest] vom Ursprung O[rest]. Für einen stationären Beobachter, der die Bezugsmeter, die sich im Ruhezustand befinden, im Bezugssystem verwendet, ist die Koordinate der Masse M:

$$x\,[\text{rest}] = n_o \text{meter}\,[\text{rest}] \qquad 3,24$$

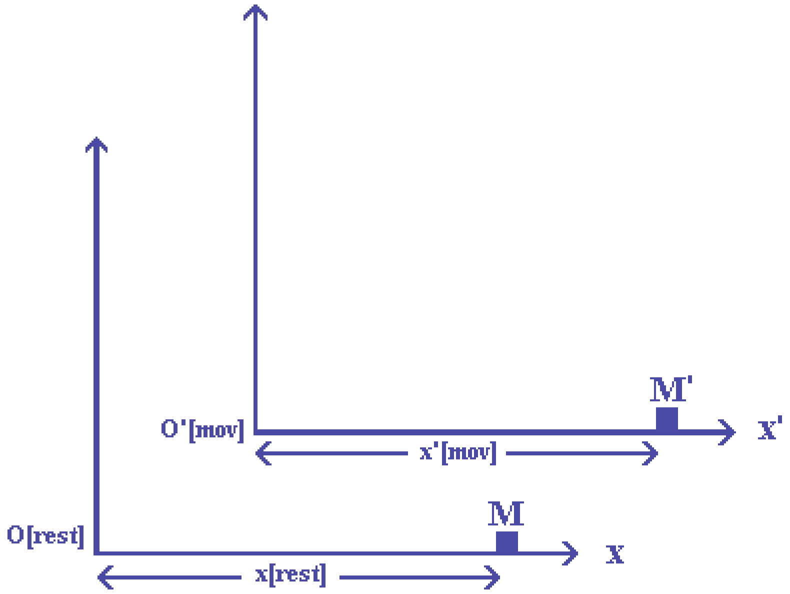
wo n_o die Anzahl mal die Meterstange ist, wenn im Ruhezustand definiert (meter [rest]) verwendet werden muss , um die Länge x [rest] zu bilden. Das Symbol n_o ist eine reine Zahl, die im stationären Bezugssystem gemessen wird (Tiefzeichen O). Wir müssen daran erinnern, dass im Gegensatz zur newtonschen Physik, der einfache Gebrauch der Zahl n_o nicht genügt, eine Länge darzustellen. Eine Länge muss notwendigerweise durch eine reine Zahl dargestellt werden, die mit der Länge des Bezugsmeters multipliziert wird.

Wir wollen einem der Bezugssysteme eine Geschwindigkeit v geben, dass wir jetzt O'-X nennen. Zur Zeit t = 0 stimmt der Ursprung O des bewegten Bezugssystems mit dem Ursprung O des ruhenden Bezugssystems überein. Die Achse O'-X wird willkürlich auf Abbildung 3,2 verlegt, um Verwirrung zu vermeiden. Bevor das Bezugssystem O'-X seine Geschwindigkeit erwarb, war der Abstand zwischen dem Ursprung O und der Masse M in beiden Systemen identisch. Nachdem das Bezugssystem O'-X die

Geschwindigkeit v erreicht hat, haben wir gesehen, dass der Bohr-Radius und alles physikalische Material auf dem bewegten Bezugssystem geweitet werden, wie durch Gleichung (3,23) gegeben. Deshalb sind die Bezugsmeter, die benutzt werden, um die Achse zu bilden, länger. Die Masse M auf dem bewegten Bezugssystem ist in Bezug auf dieses Bezugssystem örtlich festgelegt und bewegt sich nicht in Bezug auf das bestimmte Segment des Meters, in dem es örtlich festgelegt ist. Deshalb ist die Anzahl n_v von jenen bewegten Standardstangen zwischen M und dem Ursprung O notwendigerweise gleich $n_o = n_v$.

Abbildung 3,2

Jedoch erhöht sich der absolute Abstand x [mov] zwischen M und O, weil sich die Länge des Standardmeters wegen der Zunahme des Bohr-Radius erhöht hat. Der Abstand x' [mov] zwischen M'[mov] und dem Ursprung O' ist gegeben durch:



$$x'\,[mov] = n_v meter[mov] = n_o meter[mov] \qquad 3{,}25$$

mit

$$n_v = n_o \qquad 3{,}26$$

Unter Verwendung der Notationen x[rest] = l_o[rest] und x'[rest] = l_v[rest] ergibt Gleichung (3,23):

$$x'[rest] = \gamma x[rest] \text{ or } \Delta x'[rest] = \gamma \Delta x[rest] \qquad 3{,}27$$

Gleichung (3,27) bedeutet, dass unter Verwendung von Einheiten des ruhenden Bezugssystems, der Abstand x (das ist O'-M) γ -mal länger als der Abstand x (der ist O-M), auch unter Verwendung von Einheiten des ruhenden Systems ist, selbst wenn die Beträge der lokalen Meter n_o und n_v die selben sind.

3.5.1 - Scheinbare und absolute Zeit.

Um die Konsequenzen der Änderung „der Uhr“ Rate zwischen Systemen vorauszusagen, müssen wir in der Lage sein, Vorhersagen zwischen verschiedenen Bezugssystemen zu vergleichen. Wir wollen das Verhältnis zwischen der „Sonnenzeit“ in den verschiedenen Bezugssystemen überprüfen. In Einsteins Relativität wird die „Zeit“ so definiert, wie sie von jedem Beobachter empfunden wird. Es ist gleichgültig, was eine Uhr in ihrem eigenen Bezugssystem misst. Sie wird t im ruhenden Bezugssystem und t' im bewegten Bezugssystem genannt.

Infolgedessen hat jedes Bezugssystem seine eigene„Zeit“ aber wir wissen, dass das nur scheinbar so ist. Eine echte physikalische Zeit fließt nicht schneller, weil ein Systemtakt schneller läuft. Für einen

Beobachter im Ruhezustand, nimmt Einsteins Interpretation an, dass seine „Zeit“ t die sei, die im Ruhezustand durch seine Uhr angezeigt wird. Ähnlich sei die „Zeit“ t' die Sonnenzeit im bewegten Bezugssystem. Da die bewegte Uhr mit einer anderen Taktrate als die Uhr im Ruhezustand (siehe Gleichung 3,8), läuft, „scheint“ die Zeit in dem bewegten Bezugssystem (wie von einem Beobachter im Ruhezustand gesehen) nach einem anderen Taktgeben abzulaufen:

$$t \neq t' \qquad 3,28$$

Wir definieren die „Absolute Sekunde“ S_o [rest] als den Zeitabstand t, der im Ruhezustand durch eine Atomuhr gegeben wird (die sich entfernt von irgendeinem Gravitationspotential befindet) um eine konstante Anzahl N_s von Oszillationen zu notieren. Da diese Uhr im Ruhezustand mit einer Frequenz ν_o[rest] läuft, wird diese Ruhe-Sekunde (ein absolute Sekunde genannt) abgelaufen sein, wenn S_o einer Einheit entspricht. Es gibt:

$$S_o[\text{rest}] = \frac{N_s}{\nu_o[\text{rest}]} \qquad 3,29$$

In einem bewegten Bezugssystem ist die „scheinbare Sekunde“ S_v [mov] der Zeit gleich, die durch den lokalen Takt gegeben ist, der sich mit der Geschwindigkeit v bewegt, um die gleiche Anzahl von Oszillationen N_s aufzuzeichnen. Deshalb muss während einer „scheinbaren Sekunde“ $(S)_v$ in dem bewegten Bezugssystem (bei der Geschwindigkeit v) per Definition die Uhr die gleiche Anzahl von Oszillationen notieren, die die Uhr in dem ruhenden Bezugssystem während eines „Absoluten Sekunde“ $(S)_o$ tut. Das heißt, dass während einer „scheinbaren Sekunde“ innerhalb jedes beliebigen Bezugssystems, das lokale ΔCD immer die gleiche Zahl ist. Da Uhren in den verschiedenen Bezugssystemen unterschiedliche Taktraten haben, schwankt dann die „absolute Dauer“ der „scheinbaren Sekunde“ mit der Geschwindigkeit des Bezugssystems, das die Uhr trägt.

Es wird willkürlich entschieden, dass die Ruhe-Sekunde (ohne Gravitationspotential) die „Absolute Referenz-Sekunde“ genannt wird. Da die Anzahl der Oszillationen für beliebige lokale Sekunden die selbe ist, haben wir für den Fall der scheinbaren Sekunde S_v in einem Bezugssystem, das sich mit der Geschwindigkeit v bewegt:

$$\Delta CD_o\,[\text{rest}] = \Delta CD_v\,[\text{mov}] \qquad 3,30$$

Von der Definition der scheinbaren Sekunde in einem Bezugssystem mit der Geschwindigkeit v, finden wir mit Hilfe der Gleichungen (3,29) und (3,30), dass die Dauer von einer bewegten Sekunde ist:

$$S_v[\text{rest}] = \frac{N_s}{\nu_v[\text{rest}]} \qquad 3,31$$

Um „scheinbare Sekunden“ in den verschiedenen Bezugssystemen zu vergleichen, müssen wir in der Lage sein, die „scheinbare Zeit“ Dauer unter Verwendung von allgemeinen Einheiten auszudrücken. Wir haben von Gleichung (3,8):

$$\nu_o\,[\text{rest}] = \gamma\,\nu_v\,[\text{rest}] \qquad 3,32$$

Gleichung (3,32) in Gleichungen (3,31) und (3,29) eingesetzt ergibt:

$$S_v[\text{rest}] = \gamma \frac{N_s}{\nu_o[\text{rest}]} = \gamma S_o[\text{rest}] \qquad 3,33$$

Gleichung (3,33) zeigt, dass die Zeiteinheit S_v im bewegten Bezugssystem γ–mal länger als die

Zeiteinheit S_o im ruhenden Bezugssystem ist.

Wir wollen die „Echtzeitintervalle“ entsprechend dem gleichen Zahlenwert lokaler scheinbarer „x“ Sekunden betrachten, die im ruhenden Bezugssystem und im bewegten Bezugssystem abliefen. Das ΔCD, das von jeder Uhr gezeigt wird, ist in beiden Bezugssystemen das gleiche. In Einsteins Relativitätstheorie wurde das irrtümlich als die gleiche Zeitdifferenz in beiden Bezugssystem interpretiert. Im ruhenden Bezugssystem ist die wirkliche Zeit t[rest] der Anzahl von Sekunden „x“ mal die Dauer der scheinbaren Sekunde S_o im Ruhezustand gleich. Es gilt:

$$t[rest] = xS_o[rest] \qquad 3,34$$

Im bewegten Bezugssystem wird die wirkliche Zeit (in Ruhe-Einheiten) t'[rest] genannt. Sie ist „x“-mal der Dauer der scheinbar bewegten Sekunde S_v gleich:

$$t'[rest] = xS_v\,[rest] \qquad 3,35$$

Gleichung (3,33) kombiniert mit (3,34) und (3,35) ergibt :

$$t\,[rest] = \gamma\, t[rest] \text{ oder } \Delta t'\,[rest] = \gamma\Delta t[rest] \qquad 3,36$$

Gleichung (3,36) zeigt, dass, wenn wir die gleiche Anzahl von lokalen „scheinbaren Sekunden“ (d.h. die gleiche Differenz von Uhranzeigen) in zwei verschiedenen Bezugssystem betrachten, so ist die wirkliche absolute Zeit, die im bewegten Bezugssystem verbracht wird, γ-mal länger, als die verbrachte absolute Zeit im ruhenden Bezugssystem.

Gleichung (3,36) ist der Gleichung (3,18) gleichwertig, wenn Zeit am gleichen Standort (x = 0) gemessen wird. Jedoch muss man verstehen, dass die Zeitänderung zwischen den Systemen, die von Einstein vorgeschlagen wird, nur scheinbar ist, weil Uhren in den verschiedenen Bezugssystemen mit unterschiedlicher Taktrate laufen. Das ist in der Vergangenheit irrtümlich als Zeitausdehnung interpretiert worden, aber wir sehen nun, dass nur die Uhren mit unterschiedlicher Taktrate in den verschiedenen Bezugssystemen laufen.

3.5.2 – Die Beziehung zwischen den Geschwindigkeiten v und v'.

Auf Abbildung (3,2) ist die Richtung der rechten Seite der Achsen O-X und O'-X in beiden Bezugssystemen positiv. Wenn das bewegte Bezugssystem O'-X eine Geschwindigkeit nach rechts hat, erhöht sich die Koordinate des Standorts M (mit der Zeit) in Bezug auf das ruhende System O-X. Deshalb hat Standort M eine positive Geschwindigkeit in Bezug auf das ruhende System O-X. Jedoch zeigt Abbildung 3,2, dass, wenn das bewegte Bezugssystem (mit Ursprung O) sich nach rechts begibt, sich der Standort M auf die linke Seite in Bezug auf den Bezugssystem O'-X bewegt. Die Koordinate von Standort M wird (mit der Zeit) mehr und mehr negativ in Bezug auf das Bezugssystem O'-X, während die Koordinate des Standorts M mit der Zeit in Bezug auf den Bezugssystem O-X positiver wird. Das heißt, dass die Geschwindigkeit v des Punktes M (in Bezug auf O-X) das entgegengesetzte Vorzeichen der Geschwindigkeit v Punktes M in Bezug auf O'-X hat. Dieses Ergebnis folgt aus rein geometrischen Erwägungen heraus, die auf Abbildung 3,2 veranschaulicht sind. Deshalb ist:

$$\frac{V}{|V|} = -\frac{V'}{|V'|} \qquad 3,37$$

Gleichung (3,37) bedeutet, dass die Geschwindigkeiten entgegengesetzte Richtungen haben. Wir zeigen nun, dass die Geschwindigkeiten v und v' die gleiche Größe haben.

3.5.3 - Relative Geschwindigkeiten innerhalb der Systeme.

Wir wollen ein ruhendes und ein bewegtes Bezugssystem betrachten. Beide Bezugssysteme waren vor dem Start des bewegten Bezugssystems identisch. Innerhalb beider Bezugssysteme betrachten wir

Stangen, die im Ruhezustand zuerst gleich lang waren. Das kann später überprüft werden, wenn wir die gleiche Anzahl von Atomen in beiden Bezugssystemen für die Länge jeder Stange zählen. Die Stange im Ruhezustand erstreckt sich von O bis M und die bewegte Stange erstreckt sich von O' bis M'.

Es gibt mindestens zwei unterschiedliche Arten, Geschwindigkeiten zwischen Bezugssystemen zu vergleichen. Eine Möglichkeit besteht darin, die Geschwindigkeit in jedem Bezugssystem unter Verwendung der richtigen Einheiten direkt zu messen und die Zahlen zu vergleichen. Eine andere Art und Weise, welche wir hier verwenden ist, eine eigene Definition der Geschwindigkeit in jedem Bezugssystem zu verwenden und die entsprechenden Elemente der Definitionen zu vergleichen. Die Geschwindigkeit u eines bewegten Gegenstandes über OM in Bezug auf das ruhende System wird wie folgt definiert:

$$u[rest] = \frac{\Delta x[rest]}{\Delta t[rest]} \qquad 3{,}38$$

Mit Gleichung (3,38) fangen wir an, eine Reihe Gleichungen zu behandeln, die sich auf Geschwindigkeiten beziehen. Diese Geschwindigkeiten können jede beliebige Raumrichtung haben und würden möglicherweise durch Vektoren beschrieben. Jedoch würde solch eine Beschreibung zu einer sehr schwierigen Notation führen, die verwirrend sein könnte und unnütze Mühe erfordern würde. Das wird vermieden, indem wir in jeder Gleichung zwischen (3,38) und (3,46) berücksichtigen, dass u und u' die Beträge |u| und |u'| von diesen Parametern darstellen. Das passende mathematische Vorzeichen der Geschwindigkeiten wird nun beginnend mit Gleichung (3,46) betrachtet.

Innerhalb des bewegten Bezugssystems bewegt sich ein ähnlicher bewegter Gegenstand langsam von O' nach M' (Abstand Δx '). Während der Zeit Δt ' legt der langsame Gegenstand die Wegstrecke Δx ' von O' nach M' zurück. Die Geschwindigkeit des langsamen Gegenstandes in Bezug auf das bewegte Bezugssystem wird wie folgt definiert:

$$u'[mov] = \frac{\Delta x'[mov]}{\Delta t'[mov]} \qquad 3{,}39$$

Wir haben gesehen, dass, bevor die bewegte Stange (O'-M') sich zu bewegen begann, sie der Stange im ruhenden System (O-M) ähnlich war und dass beide Taktfrequenzen übereinstimmten. Infolgedessen können wir Gleichungen (3,27) und (3,36) verwenden. Wir wollen die Koordinatentransformation durchführen, die durch Gleichungen (3,27) und (3,36) in die Gleichung (3,38) gegeben sind. Wir erhalten:

$$u[rest] = \frac{\Delta x[rest]}{\Delta t[rest]} = \frac{\gamma \Delta x'[rest]}{\gamma \Delta t'[rest]} = \frac{\Delta x'[rest]}{\Delta t'[rest]} \qquad 3{,}40$$

Wir wollen Gleichung (3,23) verwenden, um das Verhältnis zwischen den Längeneinheiten zu berechnen. Wenn die Länge l_o *eine* Längeneinheit von einem Meter unter Verwendung der Ruhe-Einheiten ist, sehen wir, dass diese Längeneinheit im bewegten Bezugssystem $\gamma\, l_o$ wird. Deshalb ist das Verhältnis zwischen den Längeneinheiten:

$$l_o\,[mov] = \gamma\, l_o\,[rest] \text{ oder } meter[mov] = \gamma\, meter\,[rest] \qquad 3{,}41$$

Das bedeutet, dass die Längeneinheit γ–mal länger wird, wenn wir vom ruhenden in das bewegte Bezugssystem umziehen. Deshalb muss die Zahl von Einheit Δx'[mov] kleiner sein, um die gleiche physikalische Länge unter Verwendung der längeren Längeneinheiten darzustellen. Dieses ergibt:

$$\Delta x'[mov] = \frac{\Delta x'[rest]}{\gamma} \qquad 3{,}42$$

Im Falle der Zeit wird ein entsprechendes Phänomen beobachtet. Wir wollen Gleichung (3,36) betrachten. Wir sehen, dass eine Zeitdifferenz Δt_o, die einer Zeiteinheit im ruhenden System gleich ist, im bewegten Bezugssystem γ- mal größer wird, weil es länger dauert, bis die langsamere Uhr das gleiche

ΔCD anzeigt. In diesem Fall sehen wir aus Gleichung (3,36), dass die Änderung der örtlichen Zeiteinheiten Δt_o zwischen Bezugssystemen ergibt:

$$\Delta t_o[mov] = \gamma\, \Delta t_o[rest] \text{ oder } sek[mov] = \gamma\, sec[rest] \qquad 3{,}43$$

Das heißt, dass die örtliche Zeiteinheit γ-mal größer wird, wenn wir vom ruhenden System in das bewegte Bezugssystem umziehen. Um deshalb den gleichen absoluten Zeitabstand unter Verwendung der längeren Zeiteinheiten darzustellen, muss die Zahl der Einheiten $\Delta t'[mov]$ kleiner sein. Das ergibt:

$$\Delta t'[mov] = \frac{\Delta t'[rest]}{\gamma} \qquad 3{,}44$$

Gleichungen (3,39), (3,40), (3,42) und (3,44) ergeben:

$$u[rest] = \frac{\Delta x[rest]}{\Delta t[rest]} = \frac{\Delta x'[rest]}{\Delta t'[rest]} = \frac{\Delta x'[mov]}{\Delta t'[mov]} = u'[mov] \qquad 3{,}45$$

Gleichung (3,45) zeigt, dass die Geschwindigkeit u, die unter Verwendung der Ruhesystem-Einheiten gemessen wird, die selbe ist wie die Geschwindigkeit u' unter Verwendung der Einheiten des bewegten Bezugssystem.

Unter den Geschwindigkeitswerten, die u annehmen kann, können wir die Geschwindigkeit v wählen, die die Geschwindigkeit des bewegten Bezugssystem in Bezug auf den ruhende System ist (in Ruhesystem-Einheiten). Symmetrisch wollen wir v' die Geschwindigkeit u' des Ruhesystems in Bezug auf das bewegte Bezugssystem nennen (unter Verwendung der Einheiten des bewegten Bezugssystem). Unter Verwendung von Gleichungen (3,37) und (3,45) ergibt sich:

$$v = - v' \qquad 3{,}46$$

oder

$$V_o\,[rest] = - V_v\,[mov] \qquad 3{,}47$$

Gleichung (3,46) zeigt, dass der richtige Wert der Geschwindigkeit des bewegten Bezugssystems in Bezug auf das ruhende System das selbe (negativ) wie der richtige Wert der Geschwindigkeit des ruhenden Systems in Bezug auf das bewegte Bezugssystem ist.

Wir wollen hinzufügen, dass eine Geschwindigkeit als ein physikalischer Begriff für einen Physiker erscheint. Jedoch haben wir oben gesehen, dass ein Vergleich von Geschwindigkeiten in zwei verschiedenen Bezugssystemen, die eine relative Geschwindigkeit zueinander haben, zu den gleichen Zahlen führt. Wir haben gesehen, dass, wenn wir in einem bewegten Bezugssystem sind, das Verhältnis zwischen der zurückgelegten Strecke und der dazugehörigen Zeit, sich ändert in Bezug auf das ruhende System. Beide, der Zähler (der Abstand) und der Nenner (Zeitabstand) ändern sich im gleichen Verhältnis. Infolgedessen ist eine konstante Geschwindigkeit nichts weiter als ein konstantes Verhältnis zwischen zwei physikalische Grundgrößen. Man kann sagen, dass eine konstante Geschwindigkeit in verschiedenen Bezugssystem gleichbedeutend damit ist, dass drei Orangen von sechs das gleiche ist wie vier Äpfel von acht. Geschwindigkeiten sind nur Verhältnisse von physikalische Quantitäten.

3.5.4 - Lorentzs zweite Beziehung.

Um das dynamische Verhältnis zwischen den Koordinaten x und x' zu finden, wollen wir jetzt die oben berechneten Quantitäten x, V und t kombinieren. In den klassischen Mechanik haben wir innerhalb des bewegten Bezugssystem:

$$x' = x_o' + v't' \qquad 3{,}48$$

wo x_o' die Koordinate x bei t = 0 und v' die Geschwindigkeit zwischen den Bezugssystemen ist. Um genauer zu sein, sollte in der kompletten Notation der Gleichung (3,48) sein:

$$x_v[mov] = x_{ov}[mov]+v_v[mov]t_v[mov] \qquad 3,49$$

Wir wollen zuerst in Gleichung (3,49) den Ausdruck t_v[mov] betrachten. Der Ausdruck t_v stellt die Anzahl von Einheiten dar, die mit der Länge der Einheit [t_v[mov]] multipliziert wird. Wir wollen berechnen, was die Quantität t_v[mov] unter Verwendung der [rest] Längeneinheiten anstelle der [mov] Längeneinheiten sein würde.

Von Gleichung (3,44) haben wir:

$$t_v\,[rest] = \gamma\, t_v\,[mov] \qquad 3,50$$

Im Falle der Einheiten des Abstandes (x_v oder x_{ov}) wenden wir wieder die gleiche Methode an. Mithilfe von Gleichung (3,42) finden wir:

$$x_v\,[rest] = \gamma\, x_v\,[mov] \qquad 3,51$$

und

$$x_{ov}\,[rest] = \gamma\, x_{ov}\,[mov] \qquad 3,52$$

Aus Gleichung (3,49) erhalten wir durch Transformation von x_v [mov] mit (3,51), von x_{ov} [mov] mit (3,52) und von t_v [mov] mit (3,50), nachdem wir beide Seiten mit γ multipliziert haben:

$$x_v\,[rest] = x_{ov}\,[rest] +v_v\,[mov]\; t_v\,[rest] \qquad 3,53$$

Aus Gleichung (3,53) erhalten wir durch Transformation von x_{ov} [rest] mit (3,27), von V_v [mov] mit (3,47) und von t_v [rest] mit (3,36):

$$x_v\,[rest] = \gamma\,(x_{oo}\,[rest] - v_o\,[rest]\; t_o\,[rest]) \qquad 3,54$$

Unter Verwendung der herkömmlichen Notation ist dieses:

$$x' = \gamma\,(x\text{-}vt) \qquad 3,55$$

Gleichung (3,55) gibt die Beziehung zwischen dem x in dem bewegten Bezugssystem und x, der Geschwindigkeit v und die Zeit t im ruhenden System. Dieses Verhältnis resultiert nur aus der Masse-Energie-Erhaltung und der Quantenmechanik, ohne irgendwelche Relativitätsprinzipien von Einstein zu verwenden. Jedoch ist Gleichung (3,55) genau mit der Lorentz-Gleichung identisch, die sich auf Längen bezieht. Die Demonstrationen, die zu Gleichungen (3,18) und (3,55) führen, zeigen die Nutzlosigkeit von Einsteins Prinzipien der speziellen Relativität. Was am wichtigsten ist, diese Demonstration liefert einen Weg, eine logische Interpretation zu den Experimenten zu geben, ohne Raum- und Zeitkontraktion oder -ausdehnung zu benötigen.

3,6 - Konstante Lichtgeschwindigkeit innerhalb irgendeines Bezugssystems.

Wir müssen feststellen, dass c auch eine Geschwindigkeit ist, die vom Quotienten eines Abstandes durch Zeit innerhalb jedes beliebigen Bezugssystems erhalten wird. Nehmen wir an, dass die interne Geschwindigkeit u die Lichtgeschwindigkeit c sei. Im bewegten Bezugssystem entspricht die Geschwindigkeit u' dann c'. Deshalb gibt Gleichung (3,45), wenn man die Geschwindigkeiten u und u' auf Licht angewendet:

$$c = c' \qquad 3{,}56$$

Wenn wir die komplette Notation benutzen, erhalten wir:

$$c_v\,[mov] = c_o\,[rest] \qquad 3{,}57$$

Das bedeutet, dass man nach Gleichungen (3,45) und (3,56) feststellen muss, dass der physikalische Mechanismus, resultierend aus der Masse-Energie-Erhaltung und der Quantenmechanik, zu der Schlussfolgerung führt (keine Hypothese), dass jede beliebige Geschwindigkeit, einschließlich der Lichtgeschwindigkeit, die innerhalb irgendeines Bezugssystems (unter Verwendung der richtigen Werte) gemessen wird, konstant ist. Im Gegensatz zu Einstein und Lorentz, müssen wir keine willkürliche Hypothese aufstellen, dass die Lichtgeschwindigkeit innerhalb aller Bezugssysteme konstant sei. Wir haben gefunden, dass die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit eine notwendige Schlussfolgerung aus der Masse-Energie-Erhaltung und den quantenmechanischen Gleichungen ist.

Von einem anderen Gesichtspunkt aus betrachtet ist der Wert von c, der als Lichtgeschwindigkeit bezeichnet wird, in Abschnitt 2,4 als die Quadratwurzel von K (der Quotient zwischen Energie und Masse) definiert worden, was die grundlegende Basis der Gleichwertigkeit von Masse und Energie ist. Jede mögliche Theorie oder auch jedes Experiment (unter Verwendung der richtigen Werte), das mit der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit nicht übereinstimmt, ist deshalb notwendigerweise mit der Quantenmechanik und der Masse-Energie-Erhaltung im Widerspruch. Da jedoch die Lichtgeschwindigkeit als der Quotient von zwei Quantitäten gegeben ist (Länge und ΔCD), die in den verschiedenen Bezugssystemen unterschiedlich sind, ist die physikalische Bedeutung dieses konstanten Verhältnisses schwierig zu verstehen.

3,7 – Die Irrealität der Raum-Ausdehnung, der Kontraktion oder der Verzerrung.

Die Distanz Δx, die in einem Zeitintervall Δt zurückgelegt wird, ist definiert als:

$$\Delta x = v\Delta t \qquad 3{,}58$$

Wir wollen einen Beobachter annehmen, der zwischen den Enden einer langen stationären Stange reist, die eine Länge Δx hat. Dieses Länge Δx wird aus der Geschwindigkeit v mal dem Zeitabstand Δt berechnet, der notwendig ist, um von einem Ende der Stange zum anderen zu gelangen. Wir wissen, dass die Geschwindigkeit v in jedem beliebigen Bezugssystem die selbe ist. Jedoch gibt es einen Unterschied der Uhranzeige ΔCD_o (die von Einstein als Zeit Δt interpretiert wird) im ruhenden System, zu ΔCD_v (von Einstein als Zeitabstand Δt ' interpretiert) im bewegten Bezugssystem. Folglich entsprechend Einsteins Interpretation, ist die Länge $\Delta x'$, die vom bewegten Beobachter gemessen wird, zu der Länge Δx der gleichen Stange unterschiedlich, die im Ruhezustand vom Beobachter gemessen wird. Bei Lichtgeschwindigkeit verringert sich das ΔCD_c bis auf null, womit die Länge $\Delta x'$ (Einsteins scheinbare) für den bewegten Beobachter null wird, weil der Takt seiner bewegten Uhr aufgehört hat zu schlagen.

Es ist unvernünftig zu behaupten, dass die Länge der stationären Stange sich ändere und sogar null werde, nur weil der Beobachter seine Geschwindigkeit ändert. Wie kann sich die Länge einer Stange logischerweise ändern, nur weil ein Beobachter ohne Wechselwirkung mit ihr sie betrachtet? Die Stange würde in Abhängigkeit von der Eigengeschwindigkeit des Beobachters länger oder kürzer werden. Die Länge (und andere Eigenschaften) der Stange würden keine Eigenschaft der Masse sein. Es wäre der Beobachter, der die Länge der Stange einstellen würde und verschiedene Beobachter würden gleichzeitig verschiedene Längen für die gleiche Stange abhängig von ihren Beobachtungsbedingungen finden. Was würde dann mit der Länge der Stange passieren, wenn es keinen Beobachter gäbe? Es ist gerade wie die Aussage, dass der Mond nicht da sei, wenn ihn niemand betrachtet. Wir glauben, dass dieses alles Unsinn ist und dass die Länge einer Masse unabhängig vom Beobachters ist. Das ist die gleiche Irrationalität, wie sie in der Quantenmechanik erscheint und bereits besprochen worden ist [1].

Wir haben noch nicht definiert, wie der Raum zu messen ist. Das liegt daran, weil Raum nicht messbar ist, es sei denn, dass wir ihn mindestens teilweise mit Materie auffüllen. Dann ist es diese Materie, die wir messen, nicht den Raum. Gleichgültig ob ein Raum leer oder mit Materie angefüllt ist, im Allgemeinen nennen wir ihn „Raum". Wir kennen einige Methoden des Messens von Längen von Gegenständen, aber es existiert keine Methode der Messung des Raumes, ohne materielle Objekte als Bezugspunkte zu verwenden. In der Relativitätstheorie wird der Raum häufig als kontrahiert oder geweitet bezeichnet. Wie kann er aber kontrahiert oder geweitet sein, wenn es keine Messmethode dafür gibt, ohne irgendwelche materielle Objekte in ihm anzunehmen? Die Eigenschaften der Materie werden dann unbeabsichtigt dem Raum zugeschrieben oder damit verwechselt. Der gleiche Kommentar trifft auf den Glauben an die Raumverzerrung zu. Wie kann es Raumverzerrung geben, wenn wir den Raum in Ermangelung der Materie nicht direkt messen können? Die Interpretation der Raumverzerrung ist nichts weiter als eine Änderung des Bohr-Radius im Messgerät oder in der Materie, die den Raum erfüllt.

Dieses Problem wird logisch leicht gelöst, wenn wir annehmen, dass der interne atomare Mechanismus des Beobachters mit einer anderen Taktrate läuft, da Elektronen in der Bewegung eine andere Masse besitzen. Das hat nichts, mit der Illusion der Raumausdehnung oder -verzerrung zu tun. Man muss feststellen, dass die Ausdrücke „Raumkontraktion" und „Raumverzerrung" vernunftswidrig sind. Sie stiften nur Verwirrung und müssen aus dem Wortschatz des Physikers gestrichen werden.

3,8 - Transformation von Einheiten in den verschiedenen Bezugssystemen.

Es gibt viele anderen Auswirkungen zu den relativistischen Änderungen von Längen und von Massen. Zum Beispiel haben wir in Kapitel 1 gesehen, dass die Masse von Teilchen kleiner ist, wenn sie im Ruhezustand in einem niedrigeren Gravitationspotential gefunden werden. In Kapitel 3 haben wir gesehen, dass eine Massenzunahme mit der Geschwindigkeit wegen der Absorption der kinetischen Energie erfolgt. Das heißt, dass, wenn wir einen Gegenstand von einem Kilogramm auf der Erde nehmen und ihn auf einen festen Standort auf der Sonnenoberfläche verschieben, ungefähr eine millionstel seiner Masse verschwindet und durch die Energie weggeschafft wird, die während der Verlangsamung des in die Sonne fallenden Gegenstandes erzeugt wird. Selbst wenn es genau die gleiche Anzahl von Atomen in einem Erdkilogramm gibt, nachdem es auf die Sonnenoberfläche getragen ist, sehen wir, dass das Solarkilogramm unter Verwendung eines allgemeinen Bezugssystems des Vergleiches der Masseneinheiten weniger Masse als das Erdkilogramm hat. Folglich gibt es mehr Energie (in Erdjoule) in einem Erdkilogramm als in einem Solarkilogramm. Das verlangt das Prinzip von der Erhaltung von Masse und Energie.

Ähnliche Erwägungen müssen auf die meisten physikalische Konstanten angewendet werden. Wegen des Prinzips von der Masse-Energie-Erhaltung, müssen die Einheiten immer spezifiziert werden (Kilogramm[Erde], Meter[Erde], Joule[Erde], Zeit[Erde]). Jedoch scheint die elektrische Ladung in jedem beliebigen Bezugssystem konstant zu sein. Das bedeutet, dass das Verhältnis der Elektronenladung, die durch die Elektronenmasse geteilt wird (e/m) in den verschiedenen Bezugssystemen unterschiedlich ist. Zum Beispiel ist e/m auf der Erde (wenn Erdeinheiten verwendet werden), kleiner als auf der Oberfläche der Sonne (unter Verwendung der Erdeinheiten). Um in der Lage zu sein jene Quantitäten mit denen zu vergleichen, die in den verschiedenen Bezugssystemen berechnet werden, müssen wir den Unterschied des Gravitationspotentials oder den Unterschied der kinetischen Energie berücksichtigen. Um das Bezugskilogramm, das Bezugsmeter, etc. genau zu definieren, müssen wir die genaue Höhe auf der Erde kennen bei der diese Einheiten definiert worden sind.

3,9 – Scheitern des Rezipozitäts-Prinzips.

Wir haben oben einige der Unterschiede studiert, die zwischen einem Bezugssystem im Ruhezustand und einem Bezugssystem in der Bewegung existieren. In einem bewegten Bezugssystem laufen die Uhren mit einer langsameren Taktrate, der Bohr-Radius ist größer und ebenso ist es die Masse wegen ihrer kinetischen Energie. Wir wollen einen Körper in einem ruhenden Bezugssystem betrachten, der eine Masse m_o[rest] hat. Seine Gesamtenergie ist:

$$E_o\ [rest] = m_o\ [rest]\ c^2 \qquad 3{,}59$$

Wenn m_o [rest] auf die Geschwindigkeit v_o[rest] in Bezug zum ruhenden System beschleunigt wird, wird seine Masse m_v [rest]. Wir erhalten:

$$m_v[\text{rest}] = \gamma m_o[\text{rest}] = m_o[\text{rest}] + m_o \frac{v_o^2}{2c^2}[\text{rest}] + \ldots \quad 3{,}60$$

Gleichung (3,60) zeigt, dass die bewegte Masse m_v [rest] größer als die Ruhemasse m_o [Rest] ist:

$$m_v\,[\text{rest}] > m_o\,[\text{rest}] \qquad 3{,}61$$

Wir wollen jetzt einen Zug betrachten, der mit der Geschwindigkeit v_o[rest] fährt und einen Beobachter trägt und die oben erwähnte Masse besitzt. Die Masse des Zuges, des Beobachters und des Körpers, der oben beschrieben wurde, wird γ–mal größer als im Ruhezustand sein. Da jedoch die Einheiten im bewegten Zug durch das gleiche Verhältnis γ geändert worden sind, sind die Änderungen der Masse, der Taktfrequenz und der Länge dem bewegten Beobachter verborgen bleiben, selbst wenn sie wirklich vorhanden sind. Innerhalb des bewegten Zugs behauptet ein Beobachter, der Einsteins Wechselwirkungsprinzip verwendet, dass der Gegenstand mit der Masse m_v [rest] in Bezug auf ihn im Ruhezustand sei. Er nennt ihn folglich M_o [rest]. Deshalb ist:

$$M_o[\text{rest}] \equiv m_v[\text{rest}] = \gamma\, m_o[\text{rest}] \qquad 3{,}62$$

Er ist, weil wir Einsteins Hypothese der Reziprozität verwenden, dass wir [rest] nach M_o in Gleichung (3,62) schreiben, da Einsteins Hypothese annimmt, dass die Masse, die auf den Zug übertragen worden ist, jetzt für den Beobachter, der mit dem Zug fährt, im Ruhezustand gelte. Außerdem bedeutet das Symbol ≡, das in Gleichung (3,62) verwendet wird, nicht, dass wir eine neue Quantität definieren. Das Symbol ≡ bedeutet, dass M_o der selbe Gegenstand in der gleichen physischen Verfassung ist, wie m_v[rest].

Jetzt nimmt der bewegte Beobachter den Gegenstand mit der Masse M_o [rest] (die in Bezug auf ihn stationär ist) und wirft ihn mit der Geschwindigkeit V_o [rest] in Bezug auf seinen bewegten Zug (betrachtet in seinem Bezugssystem als im Ruhezustand) in die Richtung entgegen der Bewegungsrichtung des Zuges. Entsprechend Einsteins Prinzip der Reziprozität erwirbt die Masse, veranschlagt mit der Geschwindigkeit v_o[rest] in Bezug auf das bewegte Bezugssystem, Geschwindigkeit und Energie in Bezug auf das bewegte Bezugssystem (jetzt im Ruhezustand betrachtet). Einsteins Reziprozitätsprinzip sagt, dass alle Bezugssysteme identisch seien, was bedeutet, dass die Masse M_o[rest] zunimmt, wenn sie in Bezug auf den Zug beschleunigt wird, um M_v[rest] zu werden. Tatsächlich bedeutet das Reziprozitätsprinzip, dass die Geschwindigkeitsänderung des Gegenstandes mit der Masse M_o[rest] von Null_o[rest] zu v_o[rest] (in Bezug auf den Zug) seine Masse auf γ-mal vergrößert, ***unabhängig von der Richtung der Geschwindigkeit der Masse in Bezug auf den Zug***. Es ergibt:

$$M_v\,[\text{rest}] = \gamma\, M_o[\text{rest}] \qquad 3{,}63$$

Wie vom Relativitätsprinzip erwartet, zeigt Gleichung (3,63), dass die Masse M_v [rest] größer als M_o[rest] ist:

$$M_v\,[\text{Rest}] > M_o\,[\text{Rest}] \qquad 3{,}64$$

Eine physikalische Darstellung dieser Geschwindigkeitsänderungen zeigt, dass die Masse M_v [rest]

jetzt die Geschwindigkeit null in Bezug auf das ruhende System hat. Sie ist zurück im Ruhezustand in dem ruhenden System. Masse M_v [rest] ist dann von Masse m_o[rest] physikalisch nicht zu unterscheiden, da es der sehr gleiche Gegenstand ist, der die gleiche Geschwindigkeit null in Bezug auf das selbe ruhende Bezugssystem hat. Deshalb müssen wir physikalisch haben:

$$M_v[\text{rest}] \equiv m_o[\text{rest}] \qquad 3{,}65$$

Gleichungen (3,62) kombiniert mit (3,63) und (3,65) ergibt :

$$m_o[\text{rest}] \equiv M_v[\text{rest}] = \gamma^2\, m_o[\text{rest}] \qquad 3{,}66$$

Offensichtlich ist Gleichung 3,66 nur korrekt, wenn γ Eins entspricht, weshalb die Geschwindigkeit immer null sein muss. Das zeigt, dass das Rezipozitäts-Prinzip nicht gültig sein kann, wenn wir das Prinzip von der Erhaltung der Masse und Energie anwenden. Wir müssen feststellen, dass Einsteins Reziprozitätsprinzip nicht widerspruchsfrei ist.

Im Gegensatz zu Einsteins Behauptung, muss die Energie, die eine Masse erhält, die bezüglich des Zuges beschleunigt ist, von der Richtung in Bezug auf die Richtung der Geschwindigkeit des Zuges abhängen. Wenn die Richtungen einander entgegengesetzt sind, annullieren sich die zwei Geschwindigkeiten (deren Beträge gleich sind) und die Masse des Körpers muss zu ihrem Anfangswert im ruhenden System zurückkommen. Andernfalls würden wir entdecken, dass die Atome des Objektes, die in ein anderen Bezugssystem transformiert werden, nach ihrer Rücktransformation zum Ausgangs-System eine andere Masse haben würden. Wir müssen feststellen, dass zwei Bezugssysteme nicht gleichwertig sein können, wenn eine relative Bewegung zwischen ihnen existiert.

3,10 - Literaturhinweis.

[1] P. Marmet, Absurditäten in der modernen Physik: Eine Lösung, ISBN 0-921272-15-4, Les Éditions du Nordir, c/o R. Yergeau, 165 Waller, Ottawa, Ontario K1N 6N5, 144p. 1993.

3,11 - Symbole und Variablen.

a_o [rest]	Bohr-Radius im Ruhezustand in Ruhe-Einheiten
a_v [rest]	Bohr-Radius in der Bewegung in Ruhe-Einheiten
ΔCD_o	Differenz von Uhranzeigen auf einer Uhr im Ruhezustand
ΔCD_o [mov]	DCD entsprechend einer scheinbaren Sekunde in irgendeinem Bezugssystem
ΔCD_v	Unterschied von Uhranzeigen auf einer Uhr in der Bewegung
$E_{n,o}$[rest] = E_o [rest]	Energie des Bohr-Atoms im Ruhezustand in Zustand n in Ruhe-Einheiten
$E_{n,v}$[rest] = E_v [rest]	Energie des Bohr-Atoms in der Bewegung in Zustand n in Ruhe-Einheiten

h_o [rest]	Planck-Parameter im ruhenden Bezugssystem in den Ruhe-Einheiten
h_v [rest]	Planck-Parameter im bewegten Bezugssystem in Ruhe-Einheiten
l_o [rest]	Länge einer Stange im Ruhezustand in Ruhe-Einheiten
l_v [rest]	Länge einer Stange in der Bewegung in Ruhe-Einheiten
ν_o [rest]	Taktfrequenz einer Uhr im Ruhezustand in den Ruhe-Einheiten
N_s	Zahl von Uhroszillationen in einer scheinbaren Sekunde
ν_ϖ [rest]	Taktfrequenz einer Uhr in der Bewegung in Ruhe-Einheiten
$(S)_o$ [rest]	Definition der absoluten Sekunde in Ruhe-Einheiten
$(S)_v$ [rest]	Dauer von einer bewegten Sekunde in Ruhe-Einheiten
u [rest]	Definition der Geschwindigkeit im ruhenden Bezugssystem in Ruhe-Einheiten
u [rest]	Definition der Geschwindigkeit im bewegten Bezugssystem in Ruhe-Einheiten
$V = V_o$ [rest]	Geschwindigkeit von M in Bezug auf das bewegte Bezugssystem in Ruhe-Einheiten
$V' = V_v$ [mov]	Geschwindigkeit von M in Bezug auf das ruhende Bezugssystem in Bewegungseinheiten
x [rest]	Abstand zwischen O und M in den Ruhe-Einheiten
x [mov]	Abstand zwischen O und M in den Bewegungseinheiten

<><><><><><><><><><><><>