Soweit mir bekannt, bin ich der einzige Physiker, der diese beiden Fälle als zwei Teilformen der Galileitransformation darstellt.

Hier beginnen nun die relativistischen Tricks, die, wie schon gesagt, Einstein von Lorentz übernommen hat. Durch Umformung erhalten wir aus (1a)

$$x = x' + vt \tag{1c}$$

und aus (2a)

$$x = x'' - vt. \tag{3c}$$

Selbstverständlich sind diese Umformungen mit den ursprünglichen Gleichungen (1a) bzw. (2a) identisch. Sie geben keineswegs, wie die Relativisten glauben, die Lichtwege im „ruhenden" System A von System B aus gesehen.

Nehmen wir B als „ruhend", als unser System an, dann sind die im System B registrierten Lichtwege in ganz gleicher Weise zu berechnen wie oben im „ruhenden" System A. Jetzt ist im System B die Lichtgeschwindigkeit in beiden Richtungen gleich c. Im „bewegten" Gegensystem A aber sind die Lichtgeschwindigkeiten $c - v$ und $c + v$ mit den entsprechenden Lichtwegen $x - vt$ und $x + vt$.

Die Arroganz der Mathematiker

Über die Beziehungen zwischen Mathematik und physikalischer Wirklichkeit habe ich einiges Grundsätzliches in meiner Rationalen Physik geschrieben. Die weltweite Ausbreitung des Einsteinglaubens wäre ohne den magisch mythischen Nimbus, in dem die Mathematiker prunken, nicht möglich gewesen. Ohne Zweifel ist dieser irrationale Nebel, unter dem die Behauptung von der Unfehlbarkeit der mathematischen Sprache verbreitet wird, einer der Hauptgründe, daß Logik und Experiment gegen Einsteins dilettantische Weisheit bis in die Gegenwart erfolglos blieben. Diese grenzenlose Arroganz der Mathematiker wird schön beleuchtet durch eine Anekdote, die von Hilbert überliefert wird. Ein Student, bei einer Prüfung, versuchte eigene Gedanken zu entwickeln. „Da haben sich so viele gescheite Männer den Kopf zerbrochen, und jetzt kommen Sie und sagen uns, wie sich das wirklich verhält." Bei Einsteins genialer Mathematik war Hilbert nicht so gescheit.

Noch mehr als für die reinen Mathematiker gilt dies für die mathematischen Physiker. Sie haben, als Nebenfach, ein paar mathematische Rechenmethoden mit den zugehörigen Übungsbeispielen auswendig gelernt. Rationales Verstehen wird auch im Mathematikunterricht gering geachtet; so fordert dies unser feudal autoritäres Schulsystem. Eigenes Denken wird, wie das oben angeführte Beispiel von Hilbert zeigt, den Schülern frühzeitig abgewöhnt. Denken gefährdet die Autorität, wer denkt, kann kein braver Untertan werden.

Die mathematischen Physiker drehen die Gebetsmühle des Algorithmus, sie werden dadurch keine Heiligen. Mechanisch, ohne zu denken gebrauchen sie die auswendig gelernten Formeln, in blindem Vertrauen auf die orthodoxe Lehre. Sie erwarten aber auch als selbstverständlich, daß das niedere Volk ihre Unfehlbarkeit gläubig hinnimmt. Die Erfahrung gibt ihnen recht. Doch, wie Planck und Laue erkannten, auch der größte Teil der Universitätsprofessoren gehört zur blind autoritätsgläubigen Masse: papa locutus, causa finita; irgendein Papst hat gesprochen, die Physikprofessoren wissen die Wahrheit. „Auch große Namen sind oft nur Mitläufer." Hier irrt der große Meister nicht,

Die Ableitung der Lorentztransformation

Die Ableitung der Lorentztransformation wurde in den letzten Jahren immer einfacher und physikalisch, wie auch mathematisch immer durchsichtiger. Die einfachste relativistische Ableitung bringt, soweit mir bekannt, der Wiener Einsteinpapst R. Sexl. Durch sein hervorragendes didaktisches Talent gelingt es ihm immer wieder, gerade die physikalisch-mathematischen Nahtstellen so einsichtig zu machen, daß man sofort erkennt, wo die Hunde begraben liegen.

Meine erstaunlichste Entdeckung der letzten Zeit ist die Tatsache, daß die vollständige Lorentztransformation bereits in den Prämissen eingeschmuggelt wird. In den weiteren Ableitungen wird zwar viel von Einsteins Postulat, von der absoluten Konstanz der Lichtgeschwindigkeit c geredet, aber, wie bei Taschenspielern üblich, der eigentliche Trick ist schon längst vorüber, wenn der Zauberer darauf aufmerksam macht. Doch wir wollen zunächst etwas einfacher, physikalisch begründet beginnen.

Einstein postuliert: Die Lichtgeschwindigkeit c soll für alle Inertialsysteme, für alle unbeschleunigt bewegten Lichtquellen und für alle unbeschleunigten Empfänger numerisch gleich groß sein. Der Quotient aus Lichtweg durch Laufzeit des Lichtsignals, die Lichtgeschwindigkeit $c = x/t$ soll konstant sein:

$$c = x/t = x'/t' = x''/t'' \ldots = \text{const} \qquad (3a)$$

x', die transformierte Länge des Lichtweges, ist auch bei Lorentz und bei Einstein durch die Galileitransformation (1a) gegeben. Damit der Quotient $x/t = x'/t'$ konstant bleibt, muß also die Änderung der Längen im Zähler durch eine gleich große Änderung der Zeiten im Nenner ausgeglichen werden. Konkret: Die Länge x wird nach Galilei um vt kleiner, daher muß auch die Zeit t' um einen entsprechenden Subtrahenden kleiner werden. Mathematisch haben wir mit der Galileitransformation

$$x/t = x'/t' = (x - vt)/t'. \qquad (3b)$$

Daraus errechnen wir t' durch einfache Umformung:

$$t' = t(x - vt)/x = (ct - vt)/c = t - tv/c \qquad (4a)$$

Der Vollständigkeit halber müßten wir entsprechend zu (1,2) schreiben:

$$t' = t \pm tv/c \qquad (4b)$$

Die noch heute übliche Erweiterung $tv/c = vx/c^2$ hatten schon Voigt und Lorentz.

Unter den möglichen Umformungen von (4a) wählen wir aus

$$t' = t \pm tv/c = t \pm vx/c^2 = t(c \pm v)/c. \qquad (4c)$$

Allein diese Zeittransformationen (4c) machen die Lichtgeschwindigkeit c für Lichtsignale in Richtung der x-Achse, in der sich die Systeme und das Licht bewegen, numerisch konstant.

Die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Erweiterung des Bruches x/t

Da die Lichtgeschwindigkeit durch einen Quotienten, Weg durch Zeit, $c = x/t$ gegeben ist, kann dieser Quotient, die Lichtgeschwindigkeit c nur dann konstant sein, wenn Zähler und Nenner dieses Bruches, Lichtwege und Laufzeiten des Lichtes in gleicher Weise verändert werden. Dies geschieht am einfachsten durch Erweiterung des Bruches um den gleichen Faktor, um die Funktion von v (c ± v)/c:

$$x/t = [x(c \pm v)/c] / [t(c \pm v)/c] = \text{const} \qquad (3c)$$

Natürlich kann die Erweiterung des Bruches auch durch passende Summanden erfolgen, wie dies bisher bei den Ralativisten allein üblich war:

$$x/t = (x \pm xv/c)/(t \pm tv/c) = \text{const} \qquad (3d)$$

Einblick in diese elementaren mathematischen Gesetzmäßigkeiten hatten weder Einstein noch seine Vorgänger, noch die Einsteingläubigen.

Ich möchte wieder hervorheben: Allein die relativistische „Galileitransformation" der Zeiten zusätzlich zur klassischen Galileitransformation der Lichtwege macht den Quotienten x/t, die Lichtgeschwindigkeit c, numerisch absolut konstant, aber nur in der einen Richtung, in der sich das Licht und die beiden Systeme bewegen. Hält man an der Galileitransformation der Längen fest, dann ist die zugehörige „Galileitransformation" der Zeiten die einfachste Form, die Geschwindigkeit c absolut konstant zu machen.

Bradleys Aberrationskosinus im Micheisonversuch

Die Lorentztransformation hat aber nicht nur die Aufgabe, die Lichtgeschwindigkeit in einer Richtung konstant zu machen. Die Lorentztransformation soll auch die Aberration, die Abirrung des transversalen Lichtstrahls im Michelsonversuch kompensieren, so daß auch für den transversalen Lichtstrahl die Lichtgeschwindigkeit c konstant wird.

Die Aberration an sich, etwa bei einem auf einem Fluß vorübergleitenden Floß, hatten bereits die alten Babylonier, die Ägypter und die alten Griechen mathematisch untersucht. Für die Bewegung des Lichtes hat zuerst Bradley den Aberrationskosinus (mit der Lichtgeschwindigkeit c) angewandt. Bradley beobachtete, daß die Fixsternörter eine mit der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne wechselnde Ablenkung erfahren. Die Sterne beschreiben kleine Kreise. Ellypsen oder Gerade, je nach ihrer Lage zwischen Pol und Erdäquator. Der Kosinus des Aberrationswinkels ist

$$\cos \alpha = \sqrt{c^2 - v^2}/c = \sqrt{1 - v^2/c^2}\,. \qquad (5)$$

c ist die Hypotenuse, v und $\sqrt{c^2 - v^2}$ sind die Katheten im Aberrationsdreieck. Die Mathematiker lieben es, Formeln auf eine einfache, elegante Form zu bringen, so daß heute die wenigsten Einsteingläubigen wissen, daß die „relativistische Wurzel", der Lorentzfaktor eine längst bekannte Kosinusfunktion ist.

Die Bradleysche Kosinusfunktion wird nun irgendwie in die Ableitung der Lorentztransformation eingeführt. Ich nehme wohl mit Recht an, daß dies nicht absichtliche Täuschung der Relativisten ist. Die Erfahrung zeigt, daß auch diese Rechner in den meisten Fällen nicht wissen, was sie rechnen: Wie wir sehen werden, ist Bradleys Kosinusfunktion bereits in den Prämissen, in den relativistischen Galileitransformationen enthalten. Eine zusätzliche Einführung der Bradleyfunktion ist daher überflüssig.

Die relativistische „Galileitransformation"

Wir haben festgestellt, daß für die beiden gegeneinander bewegten Systeme A und B die gleichen Galileitransformationen gelten müssen. Ist A unser „ruhendes" System und bewegen sich Licht und Gegensystem B in gleicher Richtung, dann gilt

$$x'_B = x_A - vt = x_A(c - v)/c. \qquad (1d)$$

Durch Umformen erhalten wir aus (1d) x_A mit einem + :

$$x_A = x'_B + vt = x'_B\, c/(c - v) \qquad (1e)$$

Dies sind keine neuen Gleichungen für A, vielmehr sind (1d) und (1e) mathematisch und ihrem physikalischen Inhalt nach identisch. Der Summand $-vt$ ändert sein Vorzeichen in $+vt$, wenn er auf die andere Seite der Gleichung gebracht wird; das Vorzeichen im Faktor $(c-v)$ bleibt aber unverändert. Auf der einen Seite der Gleichung wird multipliziert, auf der anderen Seite durch $(c - v)$ dividiert. Analog gilt, wenn wir B als „ruhend" ansehen, $x'_A = x_B - vt$ und $x_B = x'_A + vt$.