

E. Das Phantom aus der Mathematik.

sigkeit von Substanzen wie Honig oder Motorenöl bis zum Stockpunkt beschrieben werden.

Die Erde bewegt sich also nicht einfach durch einen im Weltall ruhenden Äther hindurch, und schon gar nicht wird sie von ihm gestaucht. Unser Planet zieht seine eigene Ätherhülle als zähklebriges, an der Erdmasse anhaftendes Etwas durch die Weiten des Weltraums mit.

Wenn eine Glühbirne gegen das Schwerfeld fixiert ist, muß sich das abgegebene Licht nach allen Richtungen durch den anhaftenden Äther gleichschnell ausbreiten, wie der Arienschall durch die Luft im Opernhaus.

Das Lichtwunder des ursprünglichen Michelson-Versuchs, der Nulleffekt, ist dann eine bloße Banalität.

Daß diese Resultate gegen die Relativitätstheorie vorliegen, wurde vor allem in Frankreich bereits 1914 öffentlich und in aller Deutlichkeit ausgesprochen.

Aber der Schlachtenlärm des beginnenden Weltkriegs übertönte alles.

E. Das Phantom aus der Mathematik.

Gerade wegen ihrer Anschaulichkeit
. . . fühle er sich zur Relativitätstheorie hingezogen, feixte aus dem Publikum der spätere Nobelpreisträger *Max Born*. Der Saal war brechend voll, die Stimmung geladen.

Das war 1920 im idyllischen Kurstädtchen Bad Nauheim, während einer Podiumsdiskussion mit dem Einstein-Kritiker Professor *Philipp Lenard*.

E. Das Phantom aus der Mathematik.

Lenard hatte die Unanschaulichkeit der Relativitätstheorie bemängelt, und im Gegensatz dazu die Erkenntnisse eines Galilei, Kepler oder Newton als vorstellbar hervorgehoben. Die Vertreter der Relativitätstheorie wiesen Lenards Ansicht entrüstet zurück.

Eine Nobelpreisfrage.

Knapp vier Jahrzehnte später traf Max Born wiederum auf einen kritischen Geist, diesmal in Lindau am Bodensee.

Es handelte sich um den Chemiker *Kurt Rudzinski*. Damals verdingte er sich mit Wissenschaftsreportagen für die Leser einer renommierten Tageszeitung.

Er wollte die *Lindauer Nobelpreisträgertagung* nutzen, um offene Fachfragen von kompetenter Seite klären zu lassen. Bei einem Zeitungsartikel über die Relativitätstheorie (FAZ vom 6. Oktober 1959) war Rudzinski auf das Problem gestoßen:

"Mit welcher Geschwindigkeit nähern sich zwei aufeinanderzufliegende Lichtwellen gegenseitig an?"

Ginge es um zwei Fahrräder mit Geschwindigkeiten à 15 Kilometer pro Stunde, würde man ohne weiteres antworten: 30 Kilometer pro Stunde. Auch das kann unter Umständen schon böse enden. Bei Lichtwellen jedoch ist die Frage brisanter.

Die Relativitätstheorie verlangt zwar einerseits, daß sich jede Lichtwelle für sich unbeeinflussbar mit Lichtgeschwindigkeit bewegt, würde aber andererseits eine überlichtschnelle Gegengeschwindigkeit der Lichtwellen ausschließen. Die Bewegung einer der beiden Lichtwellen fiel im Ergebnis ganz unter den Tisch: ein physikalischer Vorgang ohne Wirkung.

E. Das Phantom aus der Mathematik.

Der befragte Max Born, Verfasser eines literarischen Klassikers der Einstein-Lehre, gab diese Antwort:

"Selbstverständlich mit 300.000 Kilometer pro Sekunde. Wer etwas von Physik, von der Relativitätstheorie, von Lorentz-Transformationen und Minkowski-Räumen weiß, für den versteht sich das von selbst."

Da außerdem der Schöpfer einer relativistischen Lichtquantentheorie, der berühmte Paul Dirac, anwesend war, sah auch dieser sich mit der Frage konfrontiert.

"Selbstverständlich mit 600.000 Kilometer pro Sekunde", war Diracs Antwort. "Aber das ist keine echte Geschwindigkeit, sondern das sind zwei addierte Geschwindigkeiten. Warum wollen Sie sich das mit den 300.000 Kilometern pro Sekunde so schwer machen?"

Der Journalist hatte eigentlich von den Nobelpreisträgern Auskunft über die physikalische Essenz einer simpel erscheinenden Situation erwartet. Aber Born, der in der Bad Nauheimer Diskussion die Anschaulichkeit als Merkmal der Relativitätstheorie ausgerufen hatte, mußte nun auf die mathematische Begrifflichkeit und eine bloße Behauptung ausweichen. Dirac blieb mit seiner Erklärung anscheinend bei der Physik. Jedoch verwirrte er dann mit der Trennung in echte und unechte Geschwindigkeiten, die er unerläutert ließ. Auch Dirac war letztlich außerstande, die einfache Situation mit der Relativitätstheorie anschaulich zu beschreiben.

Und schon gar nicht war aufgefallen, daß eine Lichtwelle nach den beschworenen Lorentz-Transformationen gar keine Ausdehnung haben dürfte.

Die anschauliche Wirklichkeit.

Wenn Relativitätstheoretiker schon bei einfachsten Bewegungsproblemen auf das Gebiet mathematischer Operationen ausweichen, könnte das mit einer gewissen Physiker-Bequemlichkeit bei dieser Art des Antwortens zu tun haben.

Die ein ganzes Jahrhundert anhaltenden Diskussionen verweisen jedoch darauf, daß die auftretende Schwierigkeit ursprünglicher ist. Denn es gibt Auskünfte nach dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis, die befriedigen und deshalb keiner ausgiebigen Streitgespräche mehr bedürfen. Und auch eine Formel würde als Antwort akzeptiert, wenn nur ihr physikalischer Gehalt erschließbar wäre.

Die Schwierigkeit relativitätstheoretischer Erklärungen ist am Beispiel des Additionstheorems sehr gut einzusehen. Das Additionstheorem wurde aus einem Ansatz entwickelt, der physikalisch mangelhaft ist.

Wir erinnern uns: Methodische Unvollkommenheiten hatten zu immer demselben Lichtgeschwindigkeitswert geführt. Bei der Formulierung des Additionstheorems wurde vom Phänomen direkt ins Mathematische übertragen.

Wir haben diese Übertragung einfach und prinzipiell nachvollzogen.

Sicher ist, daß dabei keine bildhafte Vorgangsvorstellung dazwischengeschaltet wurde. Sonst wäre der Gedanke an die bekannten Wellen- oder sonstigen Bewegungsvorgänge in der Natur aufgetaucht. Das hätte zu dem gewöhnlichen Additionsgesetz für Geschwindigkeiten, aber gewiß nicht zum Additionstheorem geführt.

Wer aber auf eine bildhafte Vorgangsvorstellung verzich-

E. Das Phantom aus der Mathematik.

tet, ist in Gefahr, voreilig eine vermeintliche Lösung zu vermuten. Unschärfen beim Messen und Wahrnehmen der einzelnen Phänomene sind unvermeidliche Mängel der bloßen Anschauung. Erst das Denksystem der Anschaulichkeit kann zusammenfassen, ausmitteln und sich dem Wirklichen nähern.

Die Unterlassung verursacht die physikalische Schwäche und Unerklärbarkeit relativitätstheoretischer Überlegungen. Beispielsweise ergibt das Additionstheorem für die beiden sich nähernden Lichtwellen eine Gegengeschwindigkeit von 300.000 Kilometer pro Sekunde. Derselbe Wert gilt aber auch, wenn die zwei Lichtwellen auseinanderfliegen, oder für die Fluchtgeschwindigkeit der Lichtwelle, die einen Scheinwerfer verläßt.

Die Bewegungssituationen sind physikalisch grundverschieden, aber in den relativitätstheoretischen Formeln nicht unterscheidbar.

Der Schriftsteller und Sozialdemokrat Alexander Moszkowski hat Anfang der zwanziger Jahre in mehreren Interviews versucht, sich Einsteins Welt zu nähern. Aus den Protokollen machte er einen Bestseller. Darin bemerkte Moszkowski humorvoll und treffend:

"Seine Lehre fußt im Mathematischen und findet hierin ihre Grenze."

Wer die Relativitätstheorie veranschaulichen wolle, könne wohl auch

"Keplers Gesetze auf der Flöte verblasen oder Kants Kritik der reinen Vernunft durch farbige Illustrationen erläutern".

E. Das Phantom aus der Mathematik.

Ein Unding, wie ein jeder weiß!

Rudzinskis Szenario.

Das von Rudzinski präsentierte Lichtwellen-Problem offenbart noch ein anderes, sogar noch mehr schillerndes Szenario der Relativitätstheorie.

Nach Behauptung der Einstein-Lehre weisen die Lichtwellen stets denselben Geschwindigkeitswert auf. Insbesondere ist dieser Wert gleichgültig gegenüber der völlig freien Wahl des Standpunktes. Rudzinskis Trick bestand darin, eine der szenisch beteiligten Lichtwellen gegen alle Gewohnheit in die stillstehende Rolle zu bringen. Bisher hatte man umgekehrt Lichtwellen oder Lichtquanten immer nur als bewegte Objekte gesehen, und die Umgebung als ruhend betrachtet.

Rudzinski konnte sich bei seinem Gedanken fachlich einwandfrei auf das offizielle anerkannte Postulat vom Relativitätsprinzip berufen. Deshalb erzeugte sein Beispiel heillose Expertenverwirrung.

Sie hätte sich noch steigern lassen.

In der Praxis besteht die Umgebung der Lichtwelle aus dem emittierenden Leuchtkörper, aus Straßenzügen, Kontinenten, Gestirnen. Relativ zu ihnen saust die Lichtwelle dahin. Was passiert, wenn nach dem Relativitätsprinzip der Standpunktwechsel vollzogen wird? Dann werden die Bäuche und Buchten der Lichtwelle stillstehen, aber die Umgebung bewegt sich.

Nach den Formeln der Relativitätstheorie müssen die Folgen dramatisch sein. Raum- und Zeitmaße werden relativistisch verändert. Die Veränderungen gehorchen dem berühmten mathematischen Wurzel-Term $\sqrt{1-(v/c)^2}$.

Da die Relativgeschwindigkeit v zwischen Lichtwelle und

E. Das Phantom aus der Mathematik.

Umgebung den Wert c hat, berechnet sich mit $v = c$ der relativistische Term zu 0. Entsprechend der Anordnung des Terms als Faktor oder als Teiler ergibt sich eine Längenkontraktion auf Nichts und eine Zeitdilatation auf Unendlich.

Leuchtkörper, Straßenzüge, Kontinente, Gestirne sind für die Lichtwelle zu Nichts geschrumpft, und das auch noch für unendlich lange Zeit. Die erstarrte Lichtwelle verbliebe in dem physikalischen Rudzinski-Szenario als einzige Realität! Aber wo befindet sie sich, diese ewige Lichtwelle . . . ?

Die allgemein zugängliche Literatur über die Relativitätstheorie befaßt sich kaum mit diesem Problem. Das Verschwinden der Lichtwellen-Welt ins Unvorstellbare und der philosophische Widerspruch vom Seienden im Nichtseienden wurde ganz einfach verdrängt.

Man muß weit zurückgehen, um wenigstens auf Andeutungen zu stoßen. Anfang der zwanziger Jahre gab der naturphilosophische Schmöker eines Evolutionisten namens Francé immerhin die "*Entmaterialisierung des Materiebegriffs*" durch die Relativitätstheorie zu bedenken.

Ist die Welt der Relativitätstheorie also ein mathematisches Phantom?

Fabres Szenario.

"Wir möchten der Meinung Ausdruck geben, daß die Frage der Anschaulichkeit nur eine Frage der Gewöhnung ist",

wischte der spätere Nobelpreisträger Pieter Debye die Bedenken gegenüber der Einstein-Physik beiseite. Einstein sei in Wahrheit mit Kopernikus zu vergleichen.

E. Das Phantom aus der Mathematik.

Kopernikus hatte Jahrhunderte zuvor die Anschauung der Bibel verworfen, nach der sich die Sonne um die Erde bewege. Die Lehrer des christlichen Abendlandes fühlten sich vor den Kopf gestoßen.

Erst allmählich reifte die Menschheit und gewöhnte sich an den Gedanken eines umlaufenden Erdplaneten. Noch *Galileo Galilei* hatte sich als Anhänger der kopernikanischen Lehre vor dem päpstlichen Tribunal zu verantworten. Aber schließlich errang die denkend erkämpfte Anschaulichkeit des neuen Weltsystems den Sieg über die bloße Anschauung. "*Eppur si muove!* - *Die Erde bewegt sich doch!*" wurde zum Schlachtruf der Wahrhaftigkeit gegen naive Anschauung und verbohrteten Glauben. Der Siegeszug der Physik konnte beginnen.

Doch gerade im Falle der Relativitätstheorie zeigte eingehendes Überlegen, daß es mit der eingeforderten Überwindung von Gewohnheiten nicht getan sein kann.

Just die Einstein-Lehre, nach der die Rollen von ruhenden und bewegten Objekten beliebig untereinander vertauschbar sein sollen, würde den Erkenntnisschritt des Kopernikus ins Belieben stellen und damit rückgängig machen.

Jean Henri Fabre in Frankreich mochte der deutschen Ausrufung eines "*neuen Kopernikus*" nicht glauben. Weithin gerühmte naturkundliche Kenntnisse und hervorragende philosophische Begabung hatten dem betagten Fabre, der sich auf seinem Landgut gerne mit Schlapphut fotografieren ließ, den Titel des "*Weisen von Sérignan*" eingebracht.

Der ehemalige Schulmeister zeigte an einem Beispiel, wie gerade die großräumigen Anwendungen in der Astronomie logische Mißgriffe der Einstein-Lehre freilegen.

E. Das Phantom aus der Mathematik.

"Angenommen, die Erdkugel wäre in Ruhe, welche seltsamen Folgen würden sich daraus ergeben! Ist die Erde unbeweglich, so müssen sich die Sterne alle in genau 24 Stunden um die Erde bewegen. Sollte sich der nächste Stern um die Erde drehen, so müßte er 2700 Millionen Kilometer schon in einer Sekunde durchheilen."

Nach Fabres Berechnung wäre die Lichtgeschwindigkeit, die "nur" 300000 Kilometer pro Sekunde beträgt, bereits vom nächsten Stern Alpha Centauri weit überschritten. Unversehens meldet sich das Problem der relativistischen Lichtwellen: Bei 300000 Kilometer pro Sekunde verschwindet die Welt.

Was bei noch schnelleren Geschwindigkeiten kommen soll, entzieht sich der Interpretation.

Fabres Szenario überführt die Relativitätstheorie als Teufelskreis.

Wer bewegtes und ruhendes Objekt für austauschbar erachten will, sieht die relativistische Lichtgeschwindigkeitsschranke zerbrechen.

Wer aber diese Schranke als Naturgesetz akzeptiert, muß die Austauschbarkeit nach dem Relativitätsprinzip verwerfen und die Sonne im Zentrum belassen.

Es geht also um ein logisches Dilemma, und nicht bloß um eine Frage der gedanklichen Gewöhnung.

Als Albert Einstein auf der Naturforschertagung in Bad Nauheim mit dem Fabre-Szenario konfrontiert wurde, mußte er passen. Auch der sonst so lautstark tönende Max Born hielt den Mund. Der Leiter der Podiumsdiskussion, Max Planck, soll kreidebleich geworden sein.

E. Das Phantom aus der Mathematik.

Weshalb manche Einstein-Biographen die Bad Nauheimer Veranstaltung dennoch als *Triumph für die Relativitätstheorie* beschreiben, verlor sich bisher im Dunkel der Geschichte.

Petzoldts Paradoxon.

"Ich nahm diese Theorie ernst und suchte einen der Wirklichkeit entsprechenden Kern herauszuschälen. Es ist das reine, dürre mathematische Gerippe, das ganz alleine übrig geblieben ist",

bilanzierte Philipp Lenard nach Jahren seine Bemühungen um die Relativitätstheorie.

Daß das Überbleibsel naturwissenschaftlich völlig wertlos ist, geht auch aus einem internen Papier der Philosophenschule Ernst Machs in Wien hervor.

Machs Berliner Freund Joseph Petzoldt kritisierte die Zeitverhältnisse, welche sich aus der Relativitätstheorie ergeben. Nach dem relativistischen Term $\sqrt{1-(v/c)^2}$ käme es bei einem mit 260.000 Kilometer pro Sekunde bewegten Objekt zu einem beträchtlichen Zeitlupeneffekt.

Am Beispiel eines superschnellen ICE vermag ein Gedankenexperiment die Komplikationen aufzudecken.

Wenn der Koch im Bahnhofsrestaurant bereits das Brodeln der Suppe auf dem Herd vernimmt, wäre die gleiche Portion in der ICE-Bordküche erst 50 Grad warm. Entsprechend gedehnt würden alle anderen physikalischen Tagesvorgänge erscheinen.

Dazu zählt natürlich auch der Lauf aller Uhren. Wenn einen Tag nach der Abfahrt die Kirchturmglöcken des Dor-

E. Das Phantom aus der Mathematik.

fes wiederum zur Mittagsspeise läuten, beginnt beim irrsinnig vorbeirasenden Zug anscheinend erst die Geisterstunde. Ist es zu diesem Zeitpunkt Tag oder Nacht? Manche meinen, es käme nur auf den Standpunkt an. Es hieß ja schon immer: *Auf dem Lande gehen die Uhren anders . . .*

Es ist unmöglich, die Konsequenzen der Theorie bis ins Letzte auszumalen. Sicher ist, daß sie zumindest paradox sind. Relativitätstheoretiker kennen die vorgestellte Situation unter der Bezeichnung *Uhrenparadoxon*.

Jedoch genügte Petzoldt diese Paradoxie noch nicht, und er unternahm ein weiteres Gedankenspiel.

Wenn die Zeit des Zuges gegenüber derjenigen des Dorfes hinterherhinkt - was folgt dann beim Standpunktwechsel nach dem Relativitätsprinzip? Dann muß sofort die Zeit des Dorfes derjenigen des Zuges hinterherhinken. Mit dem willkürlichen Wechsel müßten die Uhrzeiger augenblicklich hin- und herspringen! Welche Eigenartigkeiten würden die Reisenden nach der Ankunft mit dem Stationsvorsteher besprechen!

Nicht nur das: Auch der jeweilige Stand von Sonne, Mond und Sternen wäre betroffen. Das Reagieren der Gestirne auf den Standpunktwechsel müßte überlichtschnell signalisiert werden.

Petzoldts Paradoxon wurde schon vor dem Ersten Weltkrieg diskutiert. Aktuellere Bedeutung erhielt es, als man die Relativitätstheorie Jahrzehnte später anhand bestimmter Elementarteilchen-Beobachtungen rechtfertigen wollte.

Aufgrund kosmischer Vorgänge ist die Erde einem beständigen Schauer aus sogenannten *Myonen* ausgesetzt. Beobachtungen ergaben, daß diese Geschosse eine längere Le-

F. Die Hochgeschwindigkeitsphysik.

bensdauer besitzen als die gemächlicheren "Zwillinge" in den Atomlabors. Sofort sahen Relativitätstheoretiker die "Gültigkeit des Uhrenparadoxons" bestätigt.

Die Propaganda unterschlug jedoch die relativistisch zwingende Überlegung, daß von der Warte des kosmischen Teilchens aus das Labormyon die längere Lebensdauer besitzen müßte.

Beides zusammen geht nicht. Petzoldts Paradoxon zeigt, daß die Relativitätstheoretiker in einem mathematischen Phantomland reisen.

F. Die Hochgeschwindigkeitsphysik.

Der Hammer ist
. . . die wohl älteste technische Errungenschaft der Menschheit. Das aus Stiel und Kloben montierte Schlaginstrument nützte seit jeher als Werkzeug genausogut wie als Waffe.

Wer sich zum Beispiel das Gemälde *Der Mann mit dem Goldhelm* aus der Meisterschule *Rembrandts* an die Wand hängen mag, kommt um den Gebrauch eines Hammers mit einem Kloben aus angelassenem Hartstahl nicht herum. Das zum Eintreiben des Bilderhakens geeignete Werkzeug wird man mittels der Einprägung auf dem Hammerkloben aussuchen.

Massive Körper sind träge und schwer.

Man wählt zum Beispiel einen 200g-Hammer oder einen 500g-Hammer. Der angegebene Zahlenwert spiegelt gleich zwei physikalisch wesentliche Gesichtspunkte wider.