

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 28 (1970)  
**Heft:** 119

**Artikel:** Tachyonen : überlichtschnelle Teilchen?  
**Autor:** Jakober, Peter  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-899871>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

tung, dass XX Camelopardalis möglichst das ganze Jahr hindurch überwacht wird. Die Entdeckung eines zweiten Minimums wäre von grosser Wichtigkeit, könnte doch dadurch die endgültige Klassenzugehörigkeit des Veränderlichen auf spektroskopischem Wege festgestellt werden.

Der Unterzeichnete möchte hiermit ernsthafte Amateure auffordern, mit ihm zusammen die Überwachung dieses Sterns zu übernehmen.

Abb. 1 zeigt die Umgebungskarte des Veränderlichen<sup>1), 6)</sup>. Die obere Karte dient zur Identifikation des Feldes um 12 H Camelopardalis, der als Leitstern dient. Dieser Stern 5. Grösse liegt etwas nördlich der Grenze zwischen den Sternbildern Giraffe und Perseus inmitten eines dunkeln Milchstrassenbandes. Man findet ihn am besten, indem man von  $\alpha$  Persei (Algenib) der Sternkette über  $\delta$  und  $\nu$  Persei folgt. (Man findet 12 H Camelopardalis auch auf dem Kärtchen auf Seite 48 von R. A. NAEFS «Der Sternenhimmel 1970»<sup>8)</sup> 1 mm vom linken und 6 mm vom oberen Rand entfernt eingezeichnet).

Hat man 12 H Camelopardalis identifiziert, ist es eine Kleinigkeit, den Veränderlichen mit Hilfe der unteren Karte aufzufinden. Im Normallicht ist er sogar mit einem grossen Feldstecher mühelos auffindbar. Sind Veränderlicher und Vergleichssterne lokalisiert, vergleicht man deren Helligkeit entweder nach der ARGELANDERSchen Stufenschätzmethode<sup>7)</sup> oder durch direkte Helligkeitsschätzung. Dazu verwendet man die

in Tabelle 1 und in der unteren Karte der Abb. 1 gegebenen visuellen Helligkeiten der Vergleichssterne. Um Verwechslungen zu umgehen, wurden in Abb. 1 die Dezimalpunkte weggelassen. Sollte XX Camelopardalis schwächer als Vergleichssterne  $d$  sein, müsste man ihn mit dem auf der Karte  $4\frac{1}{2}$  mm links davon liegenden Stern mit der ARGELANDERSchen Stufenschätzmethode einschätzen. Eine Beobachtung pro Nacht genügt. Allfällige Beobachtungen nimmt der Verfasser zur weiteren Auswertung gerne entgegen. Jede einzelne Beobachtung ist von Bedeutung!

#### Literatur:

- 1) Smithsonian Astrophysical Observatory Star Catalog, Part I, Washington, D.C., 1966. Smithsonian Publication 4652.
- 2) Geschichte und Literatur des Lichtwechsels der veränderlichen Sterne. Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam, 1954.
- 3) Astrophysical Journal 107(1948), S. 413ff.
- 4) J. S. GLASBY: Variable Stars. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1969, S. 216ff
- 5) LANDOLT-BÖRNSTEIN: Zahlenwerte und Funktionen aus Naturwissenschaften und Technik. Neue Serie, Gruppe VI, Band I: Astronomie und Astrophysik, S. 517ff. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1965.
- 6) ANTONIN BECVAR: Atlas Coeli (Atlas of the Heavens). Nakladatelství Československé Akademie Ved, Praha 1962.
- 7) NIKLAUS HASLER-GLOOR: Die Argelandersche Stufenschätzmethode. ORION 11 (1966) Nr. 93/94, S. 49.
- 8) ROBERT A. NAEF: Der Sternenhimmel 1970, S. 48. Verlag Sauerländer AG Aarau.

Adresse des Verfassers: ROGER DIETHELM, Tellstrasse 22, 8400 Winterthur.

## Tachyonen – überlichtschnelle Teilchen?

VON PETER JAKOBER, Burgdorf

Auf Grund der Überlegungen der speziellen Relativitätstheorie von EINSTEIN gibt es keine mit einer Ruhemasse behafteten Teilchen, welche die Lichtgeschwindigkeit erreichen können: Die Masse eines Teilchens nimmt zu, je mehr sich seine Geschwindigkeit der Lichtgeschwindigkeit  $c$  nähert gemäss

$$m_v = m_o / \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$$

$m_v$  = Masse des Teilchens bei der Geschwindigkeit  $v$  [kg]

$m_o$  = Masse des Teilchens bei der Geschwindigkeit  $o$  [kg]

$v$  = Geschwindigkeit des Teilchens [m s<sup>-1</sup>]

$c$  = Lichtgeschwindigkeit =  $2.997925 \cdot 10^8$  m s<sup>-1</sup>

Wenn sich  $v$  der Lichtgeschwindigkeit nähert, wird  $m_v$  immer grösser, um bei  $v = c$  unendlich gross zu werden. Die Kräfte, welche zum Beschleunigen eines Teilchens nötig sind, werden somit auch immer grösser, um schliesslich auch unendlich gross zu werden. Dieses zunächst von EINSTEIN nur theoretisch postulierte Verhalten von Teilchen mit einer Ruhemasse = 0 hat man experimentell in den Grossbeschleunigern der modernen Teilchenphysik glänzend bestätigen können. Beim Beschleunigen von Partikeln auf Geschwindigkeiten, die vergleichbar sind mit  $c$ , konnte exakt die von der Theorie verlangte Zunahme der Masse festgestellt werden. So nimmt z. B. die Masse eines Protons beim Beschleunigen im CERN-Protonensynchrotron von der Ruhemasse  $m_o = 1.67252 \cdot 10^{-27}$  kg ständig zu, um beim Erreichen von 99.5% der Lichtgeschwindigkeit den 10fachen Wert der Ruhemasse zu besitzen.

Wie nun aus Überlegungen verschiedener theoretischer Physiker hervorgeht, sollte es entgegen der Auffassung der Relativitätstheorie Teilchen geben, welche sich mit Überlichtgeschwindigkeit bewegen. Nach einem Vorschlag von Prof. G. FEINBERG (Physical Reviews Letters) würde man solche Teilchen als Tachyonen bezeichnen. Die Eigenschaften dieser Tachyonen müssten etwa die folgenden sein:

Wie nun aus Überlegungen verschiedener theoretischer Physiker hervorgeht, sollte es entgegen der Auffassung der Relativitätstheorie Teilchen geben, welche sich mit Überlichtgeschwindigkeit bewegen. Nach einem Vorschlag von Prof. G. FEINBERG (Physical Reviews Letters) würde man solche Teilchen als Tachyonen bezeichnen. Die Eigenschaften dieser Tachyonen müssten etwa die folgenden sein:

Die Geschwindigkeit kann immer nur grösser sein als die Lichtgeschwindigkeit. Die Tachyonen sind dabei bereits bei ihrer Erzeugung überlichtschnell und müssen gar nicht erst die Lichtgeschwindigkeitsbarriere überschreiten. Allerdings ergäbe sich dann für Tachyonen eine imaginäre Ruhemasse, deren Quadrat also eine negative Zahl ist. Diese Merkwürdigkeit ist

aber von geringerer Bedeutung, da sich ein Tachyon gar nicht zur Ruhe lassen bringen würde, Tachyonen müssten *immer* überlichtschnell sein! Bei Energiezufuhr wird ein Tachyon immer langsamer, um schliesslich Lichtgeschwindigkeit zu erreichen, umgekehrt wird es bei Energieverlust immer schneller, um bei anhaltender Energieabgabe schliesslich unendlich grosse Geschwindigkeit zu erreichen, d. h. es braucht gar keine Zeit mehr, um von einem Ort zum andern zu gelangen und könnte so zur gleichen Zeit an jedem Ort sein! Die spezielle Relativitätstheorie von EINSTEIN wäre demnach dahin zu erweitern, dass man zwischen Teilchenarten unterscheiden muss, solche, die beim Beschleunigen Energie gewinnen, und solche, die dabei Energie verlieren.

Die Theorie besagt weiterhin, dass ein Tachyon dem einen Beobachter als Teilchen positiver Energie, dagegen einem anders bewegten Beobachter als Teilchen negativer Energie erscheinen könnte. Das würde also heissen, dass wir von der Erde aus beobachtet ein Tachyon als Teilchen sehen könnten, einem Beobachter auf irgendeinem andern Stern müsste es jedoch als Antiteilchen erscheinen: es erschiene ihm als Antitachyon, was für uns ein Tachyon ist. Mehr noch, es wäre sogar so, dass sich für diesen Beobachter die Zeit umkehrte und alle Tachyonenprozesse verkehrt herum ablaufen würden. Wenn z. B. am Ort 1 ein Tachyon emittiert würde, das kurz darauf am Ort 2 absorbiert und nachgewiesen wird, so erscheint die Emission bei 1 die notwendige Ursache für die Absorption bei 2 zu sein. Ein anderer, relativ zu uns in geeigneter Art sich bewegender Beobachter sieht jedoch diesen Vorgang ganz anders: für ihn liegt der Zeitpunkt der Absorption bei 2 früher als der Zeitpunkt der Emission bei 1, woraus dieser Beobachter den Schluss ziehen muss, dass die Absorption der Tachyonen die Ursache für die spätere Emission sein muss. Dieses Verhalten, das einer Umkehr der Kausalität entspricht (Umkehr von Ursache und Wirkung), ergibt sich nach der heute gültigen Theorie der LORENTZ-Transformationen, welche die Beziehung zwischen den Raum- und Zeitkoordinaten zweier mit konstanter Geschwindigkeit gegeneinander bewegter Koordinatensysteme beschreibt. Es würde also so aussehen, als ob diese Teilchen aus ihrer Gegenwart ihre Vergangenheit mitbestimmen könnten!

Besonders für die Astronomie ungewöhnlich faszinierend sind folgende Perspektiven: Gelingt es, Tachyonen in geeigneten Apparaten nach Belieben zu produzieren und als Signale ins Weltall hinauszusenden, so könnte man damit auch die allerentferntesten Sternsysteme innert vernünftiger Zeiträume erreichen, sind doch diese Tachyonen beliebig schnell. Die Menschheit hätte somit die phantastische Möglichkeit, innerhalb kurzer Zeit das gesamte Weltall auf intelligente Wesen hin zu untersuchen...

Die Spekulation FEINBERGS stiess in Fachkreisen entweder aus theoretischen Gründen (besonders wegen der Umkehrung der Kausalität) auf grundsätzliche

Ablehnung, oder man glaubte an die Existenz der Tachyonen, unterzog sich jedoch damit der Verpflichtung, diese Existenz nachzuweisen. Zu dieser letzten Gruppe gehörten auch die Amerikaner T. ALVÄGER und M. KREISLER, welche sich von FEINBERG animieren liessen, experimentelle Nachforschungen nach den eventuell vorhandenen Teilchen anzustellen. Diese mit grossem Aufwand getriebenen Untersuchungen sind in der Zwischenzeit zu einem gewissen Abschluss gelangt. Der Nachweis der Tachyonen wurde mit Hilfe der sogenannten TSCHERENKOW-Strahlung versucht; man versteht darunter diejenige Strahlung, die auftritt, wenn sich geladene Partikel mit einer Geschwindigkeit in einem Medium bewegen, die grösser ist als die Lichtgeschwindigkeit im betreffenden Medium (aber kleiner als die Vakuumlichtgeschwindigkeit!). Diese Strahlung ist schon längere Zeit bekannt, sie tritt z. B. als von Auge sichtbares bläuliches Licht auf, wenn in einem Swimming-Pool-Reaktor Elektronen im Wasser abgebremst werden, oder wenn hochenergetische Protonen in Kristalle eindringen. Die TSCHERENKOW-Strahlung der Tachyonen, die sich ja ständig schneller als das Licht bewegen, müsste also dauernd emittiert werden. Die damit verbundene Energieabnahme der Tachyonen müsste aber zu deren dauernden Beschleunigung führen! Leider ergibt sich nun, dass, unabhängig von der Anfangsenergie, die Tachyonen schon nach einer Laufstrecke von nur ca.  $1\mu\text{m}$  so viel von ihrer ursprünglichen Energie abgegeben haben, dass die TSCHERENKOW-Strahlung praktisch nicht mehr nachweisbar ist. Die Experimentatoren bemühten sich, diesem Umstand Rechnung zu tragen, indem sie die Tachyonen durch ein starkes elektrisches Feld abzubremsen versuchten, um auf diese Weise den Tachyonen jene Energie nachzuliefern, welche sie in der TSCHERENKOW-Strahlung emittierten. Die Herstellung der Tachyonen wurde dabei durch das Auftreffen von hochenergetischen  $\gamma$ -Quanten einer radioaktiven Quelle auf Blei versucht.

Bis heute ist der Nachweis von Tachyonen nicht gelungen. Immerhin erhielt man Aufschluss über den maximalen Wirkungsquerschnitt, der für die Photo-Produktion von Tachyonen massgebend sein könnte: Er beträgt  $10^{-6}$  barns =  $10^{-30}$  cm<sup>2</sup>.

Der negative Ausgang der bisherigen Experimente muss nicht zwangsläufig als Beweis für das Nichtvorhandensein der Tachyonen gelten, es ist im Gegenteil viel wahrscheinlicher, dass man bis jetzt die richtige Methode zur Produktion und Nachweis der Tachyonen noch nicht gefunden hat. Sind die Tachyonen nicht geladen, was sehr wohl denkbar ist, könnte auch gar keine TSCHERENKOW-Strahlung produziert werden, und man müsste den Nachweis auf andere Art und Weise versuchen.

Für die Astronomie und die Physik ist also noch lange kein Grund vorhanden, alle Hoffnung auf das Finden von überlichtschnellen Teilchen aufzugeben.

*Adresse des Verfassers:* Dr. sc. nat. ETH PETER JAKOBER, Hofgutweg 26, 3400 Burgdorf.