

Zur Berechnung des Protonenradius

von Prof. Dr.-Ing. Konstantin Meyl

Zusammenfassung:

Unter der gut begründbaren Annahme, dass der Radius eines Teilchens vom Feld und letztlich von der Masse der an der Messung beteiligten Teilchen abhängt, reduziert sich der Ladungsradius des Protons R_p bei einer Beteiligung durch Myonen $\{\mu\}$ um zwischen 4% bis 5% gegenüber einer Beteiligung durch Elektronen $\{e\}$. Der durch neuere Messungen weitgehend bestätigte Faktor errechnet sich aus

$$R_p\{\mu\}/R_p\{e\} = \sqrt{(m_p+m_e)/(m_p + m_\mu)} = 0,95$$

Das sollte auch für andere myonisch vermessene Atome zutreffen, wenn zu diesem Zweck die entsprechenden Teilchenmassen in die Rechnung eingehen. Die Grundlage zur Lösung des aktuell strittigen Themas findet sich bereits in der Schrift von 1755 vom Begründer der modernen Feldtheorie, Prof. Roger Joseph Boscovich.

Ansatz

In seinem Buch „über Raum und Zeit und wie wir diese beobachten“ [1] spricht der aus Dalmatien stammende Feldtheoretiker Boscovich (1711-1787) von dem „Atmen der Erde“, hervorgerufen durch die Erdrotation im Feld der Sonne, gestützt auf das Gesetz vom Abstandsquadrat. Dieses war vor 250 Jahren schon bekannt. Es folgt der Proportionalität einer zunächst noch unbekannteren, ersatzweise mit Ψ gekennzeichneten Feldgröße, gemessen im Abstand R von der Quelle:

$$\Psi \sim 1/R^2 \quad (1)$$

Es wäre zu fordern, dass ein Gesetz keineswegs seine Gültigkeit verlieren darf, wenn man es rückwärts liest:

$$R \sim 1/\sqrt{\Psi}$$

In dieser Schreibweise wird das Längenmaß R vom Feld Ψ bestimmt und das führt zwangsläufig zu den Überlegungen von Boscovich. Sind wir am Tag der Sonne näher, werden alle Längenmasse geringfügig schrumpfen.

„Andererseits sind wir nicht in der Lage, dies wahrzunehmen, da unser Körper aus demselben Stoff besteht und er allen Veränderungen folgt“. Es wird keinem Physiker gelingen, den Ausführungen von Boscovich zu widersprechen. Schließlich beobachten wir mit Lichtgeschwindigkeit und tasten ein feldabhängiges Längenmeter mit derselben Variablen ab, in der Dimension Meter oder Meter pro Zeit.

Folglich ist die Bahngeschwindigkeit der Erde auf der sonnenzugewandten Seite kleiner als auf der Nachtseite, weshalb sich die Erdbahn zur Sonne hin krümmt. Hilfsbeschreibungen, wie Erdanziehungskraft oder Fliehkraft kommen bei der Interpretation der Gravitation, wie sie Boscovich begründet, gar nicht vor. Die Leistungsfähigkeit der Feldtheorie gegenüber der Quantenphysik wird in der ganzen Breite deutlich, wenn Quantenpostulate, Elementarteilchen, sowie das Periodensystem der Elemente mathematisch berechnet werden [2]. Überprüfen lässt sich die Brauchbarkeit der „neuen“, tatsächlich jedoch 250 Jahre alten Theorie am Beispiel der Radiusberechnung des Protons in seiner feldabhängigkeit.

Feldabhängiges Längenmaß

Es existieren keine Teilchen ohne Felder. Zwei Teilchen, die aufeinander treffen, addieren ihre Felder ($\Psi_p + \Psi_\mu$) = $\Psi_{ges} \sim 1/R^2$. Dabei reduzieren sie sich gegenseitig den Teilchenradius.

Die heutigen Nachweismethoden können die geringe Änderung ans Tageslicht bringen und Mängel eines theoretischen Modells deutlich werden lassen.

Da die Masse eines Teilchens in der Feldtheorie nur noch die Bedeutung einer Hilfsgröße besitzt, als Beschreibungsgröße seines tatsächlichen Feldes, lässt sich die Größe des Feldes eines Teilchens durch dessen Masse ersetzen [2]

$$\Psi_{ges} \sim m_{ges} \sim 1/R^2 \quad (2)$$

Sind an der Messung ein Proton und ein Myon beteiligt, dann sollte die Proportionalität gelten:

$$(m_p + m_\mu) \sim 1/R_p^2\{\mu\} \quad (3)$$

mit dem Protonenradius R_p {Partnerteilchen}. Ist hingegen ein Elektron beteiligt, gilt:

$$(m_p + m_e) \sim 1/R_p^2\{e\} \quad (4)$$

Die Radiuswerte des Protons unterscheiden sich um die Relation von $R_p\{\mu\} / R_p\{e\} =$

$$= \sqrt{(m_p + m_e) / (m_p + m_\mu)} = \sqrt{(1836,15+1)/(1836,15+206,77)} = 0,9483. \quad (5)$$

Der von der Abtastung abhängige Radiusunterschied beträgt rechnerisch also 5,17%.

Die genaueren Radiuswerte sind zweifellos bei schweren Myonen $R_p\{\mu\}$ zu erwarten. So publizierten Pohl et al [3] in Nature zunächst das Messergebnis:

$$R_p\{\mu\} = 0,84184 (\pm 0,00067) \text{ fm}$$

Im Jahr 2013 schob das gleiche Autorenteam einen genaueren Wert nach [4] für:

$$R_p\{\mu\} = 0,84087 (\pm 0,00039) \text{ fm} \quad (6)$$

Die gesuchte Relation verlangt die Division durch den Protonenradius bei Beteiligung von Elektronen (von Sick 2011 und 2012 [5] publiziert):

$$R_p\{e\}_{Sick} = 0,886 (\pm 0,008) \text{ fm} \quad (7)$$

$$R_p\{\mu\} / R_p\{e\} = 0,84087 \text{ fm} / 0,886 \text{ fm} = 0,949 \quad (8)$$

Es sind 5,1 % messtechnisch ermittelter Radiusunterschied, den es zu vergleichen gilt mit den 5,17 % berechnetem Unterschied. Hier kommen sich die Ergebnisse von Praxis und Theorie schon recht nahe.

Andere bisher veröffentlichte Messergebnisse, als auch der CODATA-Wert, fallen mehr oder weniger in das Toleranzband: $R_p\{e\} \text{CODATA} = 0,8775 (\pm 0,0051) \text{ fm}$. Die große Streubreite der seit 1962 durchgeführten Messungen erleichtert die Trefferquote.

Fazit

Besonders das aktuelle Messergebnis von 2013 [4] für $R_p\{\mu\}$ liefert bezogen auf den 2012 [5] publizierte Wert für $R_p\{e\}$ exakt die mathematisch ermittelte Relation. Abweichungen, wie sie besonders bei älteren Messungen auftreten, sind durch die Streubreite gut erklärt.

Wenn andererseits die heutige Quantenphysik kein einziges Modell kennt, das auch nur ansatzweise die Diskrepanz in den Messwerten des Protonenradius in Abhängigkeit von den Partnerteilchen erklären kann, so offenbart der feldtheoretische Ansatz eindrucksvoll seine Leistungsfähigkeit mit Auswirkungen auf große Teile der Physik [2].

Für die geplanten myonischen Messungen an Deuterium oder an Heliumkernen sind auf dieser mathematischen Basis Vorhersagen möglich. Ich erwarte beim Ersatz der Elektronen durch Myonen eine Reduktion des Kernradius;

z.B. beim Deuterium (mit $m_D = 3670 m_e$) um 2,69%, wegen:

$$\begin{aligned} R_D\{\mu\} / R_D\{e\} &= \frac{\sqrt{(m_D + m_e)}}{\sqrt{(m_D + m_\mu)}} \\ &= \frac{\sqrt{(3670 + 1)}}{\sqrt{(3670 + 207)}} \\ &= 0,9731; \end{aligned} \quad (9)$$

beim Tritium- oder Helium-3-Kern (mit $m_{Tr} = 5496 m_e$) um 1,82%, wegen:

$$\begin{aligned} R_{Tr}\{\mu\} / R_{Tr}\{e\} &= \frac{\sqrt{(m_{Tr} + m_e)}}{\sqrt{(m_{Tr} + m_\mu)}} \\ &= \frac{\sqrt{(5496 + 1)}}{\sqrt{(5496 + 207)}} \end{aligned}$$



Neben "bild der wissenschaft" befasst sich auch "nature" mit "shrinking the proton": Schrumpfung des Protons. Fazit: Die Wissenschaft ist in Aufruhr!

$$= 0,9818; \quad (10)$$

beim Helium-4-Kern (mit $m_{He} = 7294 m_e$) um 1,38% bei Beteiligung von 1 Myon und 2,71% bei 2 Myonen, wegen:

$$\begin{aligned} R_{He}\{\mu\} / R_{He}\{e\} &= \frac{\sqrt{(m_{He} + m_e)}}{\sqrt{(m_{He} + m_\mu)}} \\ &= \frac{\sqrt{(7294 + 1)}}{\sqrt{(7294 + 207)}} \\ &= 0,9862. \end{aligned} \quad (11)$$

Ausblick

Die in zwei Jahren am Paul-Scherer-Institut in der Schweiz geplanten Experimente der MUSE-Gruppe zum Radius des Deuteriums (Vorhersage: 2,69%) und des Heliums-4 (1,38% bzw. 2,71% laut Vorhersage) könnten zur Bestätigung der einfachen Berechnungsformel (5) beitragen. Allerdings weist meine mathematische Voraussage auf eine Abnahme des Myoneneinflusses mit zunehmender Teilchenmasse hin. Da droht dem Messergebnis Verlust an Signifikanz. Wünschenswert wäre das Abtasten eines leichten Teilchens, wie z.B. des Antimyons μ^+ . In diesem Fall sollte ein Unterschied von 30% deutlich werden.

Aus genau diesem Grund ist ja auch der klassische Elektronenradius viel grösser als jeder gemessene Elektronenradius!

Quellen

1. R. J. Bosovich: De spatio et tempore ut a nobis cognoscuntur, 1755, s.a.: O. E. Rössler: „Endo-physics“, World Scientific 1998, und K. Meyl: widerspruchsfreie Elektrodynamik, INDEL Verlag 2009
2. K. Meyl: Potentialwirbel Band 1-4, INDEL Verlag 2012, www.meyl.eu
3. Randolph Pohl et al.: The size of the proton. In: Nature. 466, Nr.7303, 2010, S.213–216, doi:10.1038/nature09250
4. Randolph Pohl et al.: Muonic hydrogen and the proton radius puzzle. In: Annual Review of Nuclear and Particle Science. Vol. 63, 2013, S. 175-204, arXiv:1301.0905v2, doi: 10.1146/annurev-nucl-102212-170627
5. Ingo Sick: Problems with proton radii. Progress in Particle and Nuclear Physics, vol. 67, Issue 2, S.473–478 (2012).

Autorenadresse

Prof. Dr. Konstantin Meyl,
E-Mail: prof@meyl.eu
Hochschule Furtwangen University,
Tel.: +49(0)7723-920-2231 und
1. Transferzentrum für Skalarwellentechnik, 1.TZS, www.meyl.eu
Technologiepark von Villingen,
Tel.:+49-7721-5181, Erikaweg 32,
D-78048 Villingen-Schwenningen,
Germany

Konstantin Meyl, geb. 1952, ist seit 1986 Professor für Energietechnik an der Hochschule Furtwangen. Seit 1988



ist er Leiter des Transferzentrums. Er war an zahlreichen Universitäten Lehrbeauftragter, u.a. 2000 und 2001 an der TU Clausthal und Berlin für alternative Energietechniken. Er erlangte diverse internationale Anerkennungen seiner wissenschaftlichen Tätigkeiten im Bereich Potentialwirbel und Skalarwellen und ist Autor mehrerer Bücher zu diesen Themen.