

Zeitschrift: Helvetica Physica Acta
Band: 25 (1952)
Heft: VI

Artikel: Bemerkung zur Polarisierung der bei der D-D-Reaktion entstehenden Protonen und Neutronen
Autor: Fierz, M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-112327>

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: 15.03.2025

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

Bemerkung zur Polarisation der bei der D-D-Reaktion entstehenden Protonen und Neutronen

von M. Fierz (Basel).

(8. IX. 1952.)

Zusammenfassung: Die Schlüsse, die sich aus der Messung der Polarisation der bei der D-D-Reaktion entstehenden Teilchen ziehen lassen, werden diskutiert. Insbesondere wird untersucht, ob aus dem Verhalten der Polarisation als Funktion der Deuteron-Energie entschieden werden kann, ob Singulett-Triplett-Übergänge auftreten oder nicht.

Mehreren Autoren¹⁾ ist es kürzlich gelungen, die Polarisation der bei der D-D-Reaktion entstehenden Neutronen oder Protonen experimentell nachzuweisen.

Eine allgemeine Theorie dieser Kernreaktion, die auf wenigen, plausiblen Annahmen beruht, ist von BEIDUK, PRUETT und KONOPINSKI²⁾ entwickelt worden. Auf Grund ihrer Arbeit kann man Formeln für die Polarisationsverhältnisse ableiten, aus denen sich aber leider keine quantitativen Schlüsse ergeben, weil die Phasen der Wellenfunktionen nicht bestimmt werden können.

Gleichwohl sind gewisse allgemeine Folgerungen möglich, die eine experimentelle Prüfung der theoretischen Vorstellungen erlauben. Insbesondere soll hier diskutiert werden, wie man experimentell entscheiden kann, ob die Polarisation hauptsächlich durch die Tensorkraft bestimmt ist, oder ob andersartige Spin-Bahnkoppelungen eine wesentliche Rolle spielen. Im ersteren Falle würden nur Triplettzustände zu polarisierten Reaktionsprodukten führen, während die Singulettzustände keine Beiträge liefern.

Sei $\sigma(E, \vartheta) d\omega$ der differentielle Wirkungsquerschnitt für die Erzeugung eines Neutrons bei der D-D-Reaktion. E ist die Energie der Deuteronen im Laborsystem, ϑ der Winkel des Neutronenimpulses gegen die Einfallsrichtung der Deuteronen im Schwerpunktssystem.

Dann schreiben wir für die Polarisation P der Neutronen

$$P(E, \vartheta) = II(E, \vartheta)/\sigma(E, \vartheta). \quad (1)$$

¹⁾ H. J. LONGLY, R. N. LITTLE jun., and J. M. SLYE, Phys. Rev. **86**, 419 (1952); G. R. BISHOP, J. M. WESTHEAD, G. PRESTON, H. H. HALBAN, Nature **170**, 113 (1952); E. BAUMGARTNER und P. HUBER, Helv. Phys. Acta **25**, 626 (1952).

²⁾ F. M. BEIDUK, J. R. PRUETT und E. J. KONOPINSKI, Phys. Rev. **77**, 622 (1950).

Ist $\psi(\vartheta, \varphi)$ die Amplitude der das Neutron beschreibenden Kugelwelle, so ist

$$II(E, \vartheta) = \psi^* \vec{\sigma}_N \psi.$$

$\vec{\sigma}_N$ sind die dem Neutron zugeordneten Spinmatrizen. Die Polarisation steht senkrecht auf der Reaktionsebene.

Elementare Symmetriebetrachtungen zeigen, dass II die Form

$$II(E, \vartheta) = \sum_n a_n(E) \sin 2n\vartheta \quad (2)$$

besitzen muss.

Wie BEIDUCK u. a. gezeigt haben, lässt sich die Energieabhängigkeit von $\sigma(\vartheta, E)$ befriedigend darstellen, wenn man annimmt, sie sei durch die Wahrscheinlichkeiten bestimmt, dass sich zwei Deuteronen, die das Bahnimpulsmoment L besitzen, soweit nahe kommen, dass eine Reaktion eintreten kann. Diese Wahrscheinlichkeiten werden durch die Wirkungsquerschnitte σ_L beschrieben, die bei den genannten Autoren in Fig. 1 graphisch dargestellt sind.

Man findet, dass für Energien kleiner als 1 MeV, gemäss dieser Theorie, folgendes gilt:

$$II(E, \vartheta) = \sigma_1(E) (a \sin 2\vartheta) + \sqrt{\sigma_0 \sigma_2} \cdot \alpha \sin 2\vartheta + \sigma_2(E) \beta \cdot \sin 2\vartheta (3 \cos^2 \vartheta - 1). \quad (3)$$

Wenn die Polarisation durch die Tensorkraft bestimmt wird, verschwinden α und β ¹⁾.

Da $\sqrt{\sigma_0 \sigma_2}$ wie σ_1 variiert, so ist α experimentell nicht nachweisbar. Daher sollte untersucht werden, ob der Term $\sim \sigma_2$ vorhanden ist, was aber schwierig sein dürfte.

Falls die Singulett-Terme nichts zur Polarisation beitragen, dann sollte $II(E, \vartheta)$ auch für 1 bis 2 MeV durch (3), mit $\alpha = \beta = 0$, dargestellt werden können und in der Gegend von 1,5 MeV ein Maximum aufweisen. Abweichungen von der Formel (3) sind durch Terme $\sim \sqrt{\sigma_1 \sigma_3}$ bestimmt, die neben $\sin 2\vartheta$ auch $\sin 4\vartheta$ enthalten, und die nicht besonders gross sein sollten.

Ein derartiges Verhalten von $II(E, \vartheta)$ würde, trotz der numerischen Ergebnisse von PRUETT, BEIDUCK und KONOPINSKI²⁾ dafür sprechen, dass die Tensorkraft in erster Linie für die Polarisation massgebend ist.

Seminar für theoretische Physik der Universität Basel.

¹⁾ R. J. BLIN-STOYLE, Proc. Phys. Soc. **64 A**, 700 (1951).

²⁾ J. R. PRUETT, F. M. BEIDUCK und E. J. KONOPINSKI, Phys. Rev. **77**, 628 (1950).