

Zeitschrift: Helvetica Physica Acta
Band: 28 (1955)
Heft: V-VI

Artikel: Ein Versuch zum Nachweis des elektrischen 16-Pol-Moments von Cd¹¹¹*
Autor: Heer, E. / Rüetschi, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-112621>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 21.02.2026

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

Ein Versuch zum Nachweis des elektrischen 16-Pol-Moments von Cd¹¹¹*

von E. Heer und R. Rüetschi.

Physikalisches Institut der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich.

(5. VI. 1955.)

Summary. An attempt has been made to find an interaction between the electric field of a cubic crystal and the el. 16-pole moment of the Cd¹¹¹ nucleus (247 keV level) by means of angular correlation methods. No remarkable effect has been observed. Experimental results and a rough theoretical estimation of the interaction energy are compared.

Die Messung der *Richtungskorrelation sukzessiver Gamma-Strahlen* hat es unter gewissen Voraussetzungen ermöglicht, magnetische Dipolmomente und elektrische Quadrupolmomente kurzlebiger, *angeregter* Kerne zu bestimmen*)¹⁾²⁾⁴⁾.

Die Methode beruht darauf, dass die Korrelationsfunktion nicht nur von den Spins der Kernniveaus und den Multipolordnungen der Strahlungen, sondern auch von der Wechselwirkung des Kerns mit äussern magnetischen und elektrischen Feldern abhängt.

In kristallinen Quellen ist die Wechselwirkung im wesentlichen diejenige des elektrischen Kern-Quadrupolmoments mit den elektrischen Kristallfeldern³⁾. Die Messung der Richtungskorrelation (R. K.) als Funktion der Orientierung eines tetragonalen Ein-kristalls hat es ermöglicht, das Quadrupolmoment des ersten angeregten Zustandes von Cd¹¹¹ zu messen²⁾. In gewissen kubischen Kristallen verschwindet jedoch aus Symmetriegründen die Quadrupolwechselwirkung und man erwartet höchstens eine kleine Wechselwirkung des elektrischen 16-Pol-Moments des Kerns mit den elektrischen Kristallfeldern. Nach einer solchen 16-Pol-Wechselwirkung

*) Für eine Übersicht über Richtungskorrelation und ein vollständiges Literaturverzeichnis siehe das Kapitel über R. K. von H. FRAUENFELDER im Buch von K. SIEGBAHN: Beta and Gamma Ray Spectroscopy.

hat Pound in einem Iod-Einkristall mit Hilfe eines Kernresonanz-Experimentes vergeblich gesucht⁶⁾.

Im Anschluss an unsere Untersuchungen über den Einfluss der Quadrupolwechselwirkung auf die R. K.²⁾³⁾ schien es uns daher angezeigt, zu versuchen, ob beim angeregten Zustand des Cd¹¹¹ (247 keV, I = 5/2) ein elektrisches 16-Pol-Moment nachgewiesen werden könnte.

Zu diesem Zweck wurde die Aktivität (In¹¹¹) in einen geeigneten *kubischen* Einkristall eingebaut und die R.K. als Funktion der Orientierung dieses Kristalls gegenüber der Detektoranordnung gemessen. Als kubischen Kristall mit einem im Vergleich zu Cd und

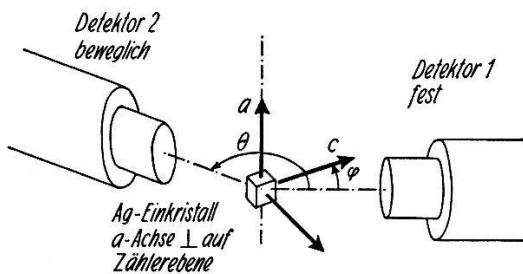


Fig. 1.
Anordnung der Silber-Einkristall-Experimente.

In günstigen Ionenradius haben wir Silber verwendet. Das aktive In wurde elektrolytisch auf einen Silberdraht abgeschieden und dann unter H₂-Schutzatmosphäre in einem Graphitrohr vom 1-mm-Durchmesser zum Schmelzen gebracht und reduziert. Der beim langsamem Abkühlen gebildete Einkristall wurde geätzt, auf ein Goniometer gekittet und röntgenographisch orientiert. In einer Anordnung gemäss Fig. 1 wurde hierauf die Korrelationsfunktion mit einer konventionellen R.K.-Apparatur gemessen. Dabei wurden mit automatischer Steuerung die Gamma-Gamma-Koinzidenzen der 173-keV- und der 247-keV-Linien der Cd¹¹¹-Kaskade unter $\Theta = \pi$ und $\Theta = \pi/2$ je 30 min lang gezählt. Hierauf wurde der Silber-Einkristall um 15° weitergedreht. Die Dauer einer Messung betrug 48 Stunden. Fig. 2 zeigt das Resultat einer Messung, wobei die gemessene Anisotropie, definiert durch

$$A' = W(\pi)/W(\pi/2) - 1$$

aufgetragen ist und gemäss den Symmetrieverhältnissen entsprechende Punkte zusammengefasst wurden. Man erkennt aus Fig. 2, dass innerhalb der statistischen Genauigkeit keine Abhängigkeit der Anisotropie von der Kristallorientierung festgestellt werden kann. Man kann daher aus der Messung nur eine obere Grenze für die elek-

trische 16-Pol-Wechselwirkung abschätzen, indem man — mangels einer explicite ausgearbeiteten Theorie — annimmt, dass die Bedingung

$$1/1+(\omega \tau_N)^2 = A'_{\max}/A'_{\min}$$

gilt und indem man A'_{\max} und A'_{\min} aus Fig. 2 entnimmt. Auf diese Weise erhält man mit $A'_{\max}/A'_{\min} = 1,032$ und mit $\tau_N = 1,3 \cdot 10^{-7}$ sec für die Wechselwirkungsenergie des elektrischen 16-Pol-Moments $\omega \leq 2 \cdot 10^5$ Hz. Es zeigt sich also, dass mit R.-K.-Experimenten wie dem hier beschriebenen Wechselwirkungen bis ca. 10^5 Hertz sich feststellen lassen.

Um einen Anhaltspunkt für die theoretisch zu erwartende 16-Pol-Wechselwirkung zu bekommen, haben wir nach der Formel von

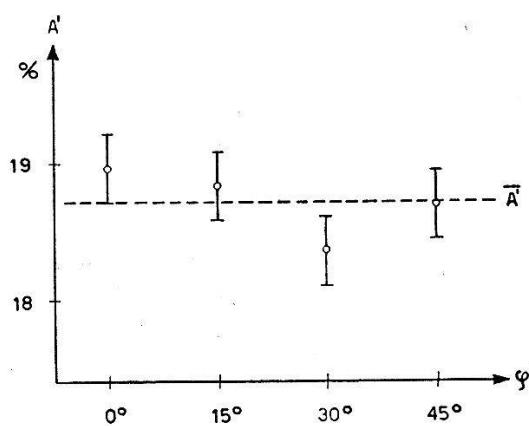


Fig. 2.

Resultat einer Messung der R. K. der Kaskade des Cd¹¹¹ in einem Silber-Einkristall. Aufgetragen ist die Anisotropie (ohne Raumwinkelkorrektur) gegenüber $\varphi' = n \cdot \pi/2 \pm \varphi$.

SCHWARTZ⁷⁾ das 16-Pol-Moment auf Grund des Schalenmodells berechnet. Die benötigte Einteilchen-Wellenfunktion konnten wir Rechnungen von BLEULER und TERREAUX⁵⁾ entnehmen und erhielten damit für $Q_4 \sim 10^{-51} \cdot e \cdot \text{cm}^4$.

Eine einfache Abschätzung gibt für ein punktförmig gedachtes Ionengitter mit dem Gitterabstand $d = 4 \text{ \AA}$ für die dritte Ableitung des elektrischen Feldes $d^3 E_z/dz^3 \sim 10^{38} \cdot e \cdot \text{cm}^{-5}$ el. sta. Einh. Aus Q_4 und $d^3 E_z/dz^3$ folgt für die Größenordnung der nach dem Einteilchenmodell in einem kubischen Kristall zu erwartenden elektrischen 16-Pol-Wechselwirkung $\omega_{\text{theor.}} \sim 10^{-5}$ Hertz.

Wir dürfen allerdings einer solchen Berechnung kein allzu grosses Gewicht beilegen, da ja bereits die nach dem Schalenmodell berechneten Quadrupolmomente der Kerne um Größenordnungen zu klein sein können. Die Möglichkeit einer Beeinflussung der R. K. durch höhere elektrische Wechselwirkung konnte daher nicht zum vorn-

herein ausgeschlossen werden. Das vorliegende Experiment zeigt jedoch, dass solche Effekte bei R.-K.-Messungen keine Rolle spielen und sofern unsere Abschätzung der Größenordnung nach richtig ist, wird der Nachweis elektrischer 16-Pol-Momente auch mit Kernresonanzexperimenten kaum je gelingen.

Wir danken Herrn Prof. Dr. P. SCHERRER für sein stets fördern-
des Interesse, das er dieser Arbeit entgegengebracht hat sowie den
Herren Dr. H. ALBERS-SCHÖNBERG und F. GIMMI für anregende
Diskussionen.

Literaturverzeichnis.

- 1) H. AEPPLI, H. ALBERS-SCHÖNBERG, H. FRAUENFELDER und P. SCHERRER, *Helv. Phys. Acta* **25**, 339 (1952).
 - 2) H. ALBERS-SCHÖNBERG, E. HEER, T. B. NOVEY und P. SCHERRER, *Helv. Phys. Acta* **27**, 547 (1954).
 - 3) H. ALBERS-SCHÖNBERG, E. HEER und P. SCHERRER, *Helv. Phys. Acta* **27**, 637 (1954).
 - 4) K. ALDER, H. ALBERS-SCHÖNBERG, E. HEER und T. B. NOVEY, *Helv. Phys. Acta* **26**, 761 (1953).
 - 5) K. BLEULER und CH. TERREAUX, private Mitteilung.
 - 6) R. V. POUND, *Phys. Rev.* **79**, 695 (1950).
 - 7) CH. SCHWARTZ, *Phys. Rev.* **97**, 390 (1955).
-