

**Zeitschrift:** Archives des sciences [1948-1980]  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 14 (1961)  
**Heft:** 10: Colloque Ampère

**Artikel:** Kernresonanz im gasförmigen Xenon  
**Autor:** Brinkmann, D. / Brun, E. / Staub, H.H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-739638>

### **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:** 16.07.2025

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

# Kernresonanz im gasförmigen Xenon

D. BRINKMANN, E. BRUN und H. H. STAUB

Physik-Institut der Universität Zürich

---

## Summary.

The relaxation times of  $Xe^{129}$  and  $Xe^{131}$  in natural Xenon at high density were measured as a function of the density. In both cases the relaxation time was found to be inversely proportional to the density. The values for  $Xe^{131}$  are in very good agreement with the theory of Staub. The relaxation time of  $Xe^{129}$  may be affected by oxygen-impurities. They are longer than those of earlier measurements, but much shorter than those which a dipol-dipol-interaction predicts.

Die beiden Isotope  $Xe^{129}$  (Häufigkeit 26,2%;  $I = 1/2$ ;  $\mu = 0,7726 \mu_K$ ) und  $Xe^{131}$  (Häufigkeit 21,2%;  $I = 3/2$ ;  $\mu = 0,6868 \mu_K$ ;  $Q = -0,12 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^2$ ) des einatomigen Xenongases eignen sich besonders gut zur Untersuchung der Relaxationsverhältnisse in einfachen gasförmigen Strukturen. Da die Signale nur in Proben hohen Druckes beobachtet werden können, ist jedoch der Zustand des Xenongases bei weitem nicht mehr ideal. Van der Waals-Kräfte zwischen den Atomen spielen eine wichtige Rolle, wenn die Dichte von der Grössenordnung  $1 \text{ g/cm}^3$  ist.

Für  $Xe^{131}$  bei einem Druck von ca. 70 Atm. wurden von Brun et al. [1] und Oeser [2] aus der Form der Resonanzsignale und den Bedingungen, unter denen diese zustande kamen, auf eine Relaxationszeit von approximativ  $10^{-2}$  sec. geschlossen. Für  $Xe^{129}$  wurde eine Zeit von 20 sec. gemessen und eine ausserordentlich starke Druckabhängigkeit von  $T_1$  festgestellt. Staub [3] gelang es in einer theoretischen Arbeit, die relativ kurze Relaxationszeit von  $Xe^{131}$  aus der Wechselwirkung zwischen dem Quadrupolmoment der  $Xe^{131}$ -Kerne und der durch Stösse induzierten elektrischen Feldgradienten zu erklären. Ungeklärt blieb aber die relativ kurze Relaxationszeit und deren Druckabhängigkeit beim  $Xe^{129}$ . Unter der Annahme reiner Dipol-Dipol-Wechselwirkung müsste die Relaxationszeit von der Grössenordnung  $10^7$  sec. und indirekt proportional der Dichte sein (was übrigens auch für  $Xe^{131}$  gilt). Streever und Carr [4] fanden in neueren

Messungen für  $Xe^{129}$  zwar bedeutend längere Zeiten (ca. 200 sec. bei etwa 70 Atm.), jedoch wiederum eine starke Druckabhängigkeit  $\left(\frac{1}{T_1} \sim \rho^2\right)$ . Die grossen Diskrepanzen bei den gemessenen Werten für  $Xe^{129}$  lassen vermuten, dass Verunreinigungen durch den paramagnetischen Sauerstoff die Relaxationszeit für  $Xe^{129}$  entscheidend beeinflussen können.

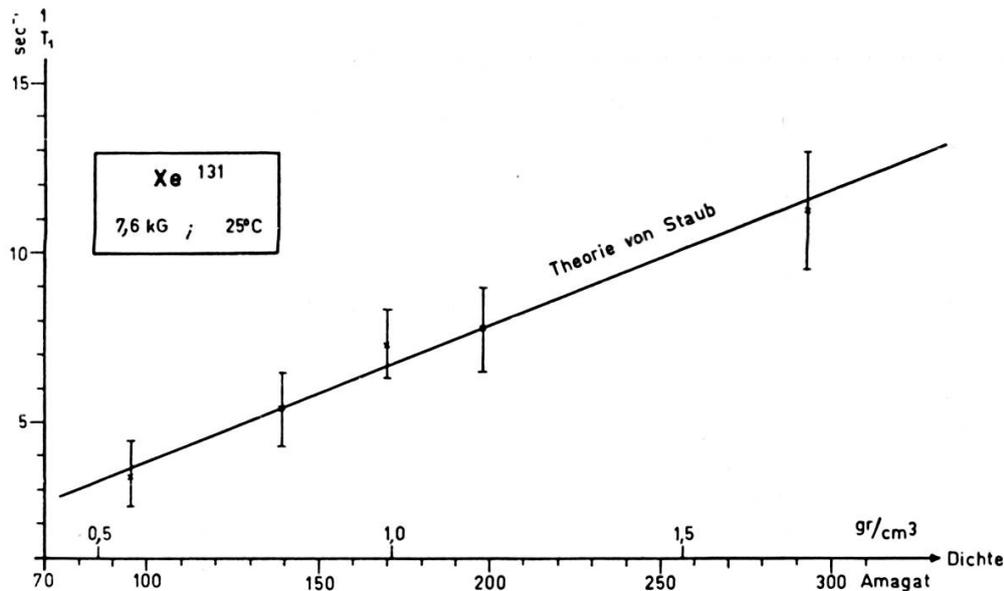


Fig. 1.

In der vorliegenden Arbeit wurde sowohl für  $Xe^{129}$  als auch für  $Xe^{131}$  die Druckabhängigkeit der Relaxationszeit gemessen, wobei Proben mit möglichst reinem Xenon verwendet wurden. Bei  $Xe^{131}$  wurde mit der Seitenbandtechnik das Sättigungsverhalten der Absorptionssignale bestimmt und daraus das Produkt der Relaxationszeit  $T_1$  und der wahren Linienbreite  $T_2$  berechnet, da es infolge einer Feldinhomogenität von ca.  $10^{-2}$  Gauss nicht möglich war,  $T_2$  direkt zu messen. Da aber in guter Näherung  $T_1 = T_2$  angenommen werden darf, so wird definiert  $T_1 = (\sqrt{T_1 \cdot T_2})_{\text{gemessen}}$ . Die experimentellen Resultate sind aus Figur 1 ersichtlich.

Sie stimmen sehr gut mit den aus der Arbeit von Staub berechneten Werten überein und zeigen eindeutig, dass  $T_1 \sim \frac{1}{\rho}$ . Dass die absoluten Werte ebenfalls mit den theoretischen übereinstimmen, muss allerdings in Anbetracht der Annahmen der Theorie als Zufall betrachtet werden. Es

ist jedoch zu bemerken, dass bei der Theorie der Relaxationszeit von  $H_2O$  eine ähnliche Situation vorliegt.

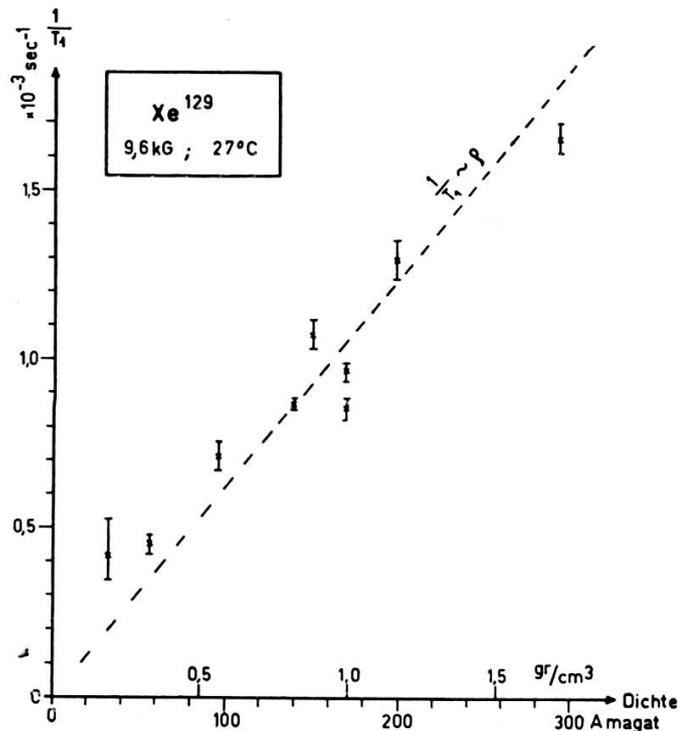


Fig. 2.

Im Falle von  $Xe^{129}$  wurde jeweils der Aufbau der Magnetisierung nach vollkommener Sättigung des Spinsystems beobachtet. Diese Sättigung wurde durch ein kurzzeitiges aber intensives hochfrequentes Resonanzfeld erreicht. Nach entsprechenden Wartezeiten wurden mit der Schmalbandtechnik Signale beobachtet und deren Höhe in Funktion der Wartezeit gemessen. Aus diesem exponentiellen Zusammenhang folgt direkt  $T_1$ . Figure 2 gibt die Resultate wieder.

Bemerkenswerterweise sind speziell die Relaxationszeiten für Proben hoher Dichte bedeutend länger als diejenigen, die von Streever und Carr bestimmt wurden. Im Gegensatz zu älteren Messungen ist jetzt  $\frac{1}{T_1} \sim \rho$ .

Die Frage, ob die mit diesen Proben gemessenen Relaxationszeiten von  $Xe^{129}$  auch für das wirklich reine Xenon-Gas gelten, lässt sich schwer beantworten, da der Grad der Sauerstoff-Verunreinigung nicht bekannt ist. Zwar ist die Druckabhängigkeit in Übereinstimmung mit dem, was man für einatomige Gase erwartet, jedoch weisen die relativ grossen

Streuungen immer noch auf einen möglichen unregelmässigen Verunreinigungsgrad hin. Mit Sicherheit aber darf man schliessen, dass für die Relaxation des  $Xe^{129}$  Systems in den erwähnten Proben keine direkte Dipol-Dipol-Wechselwirkung in Frage kommt.

a) Beide Erscheinungen wurden auch qualitativ von Carr beobachtet.  
(Persönliche Mitteilung.)

#### LITERATUR

1. BRUN, E., J. OESER, H. H. STAUB und C. G. TELSCHOW, *Helv. Phys. Acta*, **27**, 173 (1954).
  2. OESER, J., *Dissertation*, Zürich (1957).
  3. STAUB, H. H., *Helv. Phys. Acta*, **29**, 249 (1956).
  4. STREEVER, R. L. and H. Y. CARR, *Phys. Rev.*, **121**, 20 (1961).
-