

**Zeitschrift:** Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =  
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

**Band:** 43 (1963)

**Heft:** 1: Festschrift Robert L. Parker : zu seinem 70. Geburtstag : 1. Mai 1963

**Artikel:** Magnetische Kernresonanz von Al<sub>27</sub> in einigen Orthoklasen

**Autor:** Hafner, St. / Laves, F.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-33437>

### **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:** 29.04.2026

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

# Magnetische Kernresonanz von $\text{Al}^{27}$ in einigen Orthoklasen

Von *St. Hafner* (Zürich, z. Z. Chicago)<sup>1)</sup> und *F. Laves* (Zürich)<sup>2)</sup>

Mit 1 Textfigur

## Abstract

The electric quadrupole splitting of  $\text{Al}^{27}$  in four "orthoclases" was examined. Satellites were found in two of them indicating that their Al/Si distribution must be at least partially ordered. The two specimens exhibit rather large angles of the optical axes ( $2V_x = 79^\circ$  and  $78^\circ$ ) whereas these angles are considerably smaller in the other two specimens in which no satellites were found.

## 1. Einleitung

Es ist heute allgemein üblich, optisch monokline K-Feldspäte, deren optische Achsenebene senkrecht zu (010) steht, als *Orthoklase* zu bezeichnen, wenn der Winkel zwischen den optischen Achsen grösser als etwa  $30^\circ$  ist. Orthoklase führen fast immer etwas  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Über die Stellung der „Orthoklase“ im Phasendiagramm der Alkali-Feldspäte wurde schon mehrfach diskutiert. Man vergleiche hierzu eine Arbeit von HAFNER, HARTMANN und LAVES (1962) und dort angegebene Literatur. Die erwähnte Arbeit befasste sich speziell mit der magnetischen Kernresonanz von  $\text{Al}^{27}$  in *Adularen* mit „Orthoklas“-Optik. — Adular ist eine morphologisch und genetisch charakterisierbare Varietät des Kalifeldspates.

In dieser Arbeit sollen einige Messergebnisse der magnetischen Kernresonanz von  $\text{Al}^{27}$  in solchen Orthoklasen mitgeteilt werden, welche pegmatitischen Ursprungs sein dürften (welche jedenfalls *nicht* vom Adulartyp sind). Tabelle 1 gibt über die untersuchten Proben Auskunft. Proben 1 bis 3 zeigen „Orthoklas“-Optik, Probe 4 zeigt „Sanidin“-Optik.

<sup>1)</sup> Institute for the Study of Metals, University of Chicago.

<sup>2)</sup> Institut für Kristallographie und Petrographie der ETH, Zürich.

## 2. Experimentelles

Die magnetische Kernresonanz von  $\text{Al}^{27}$  in vier verschiedenen „Orthoklassen“ (Tabelle 1) wurde gemessen. Das Aufnahmeverfahren der Spektren war das gleiche wie es bei HAFNER, HARTMANN und LAVES (1962) mitgeteilt wurde. Dort findet sich auch eine ausführliche Beschreibung der Deutung derartiger Spektren. In Fig. 1 sind einige typische Spektren, welche mit den vier Proben erhalten wurden, zusammengestellt.

Tabelle 1. *Untersuchte Orthoklasse*

Nr.		Feldspat	Erscheinung im Mikroskop
1.	K 28 S, 1359	„Mondstein“, Indien; rötlich trübe Varietät	Undulöse Auslöschung; diffuse Anfänge von Gitterung. $2V_x = 79^\circ$ ; AE senkrecht (010)
2.	K 31 S, 1360	„Mondstein“, Indien; bläulich trübe Varietät	Undulöse Auslöschung; diffuse Anfänge von Gitterung. $2V_x = 78^\circ$ ; AE senkrecht (010)
3.	K 29 S, 1361	Orthoklas, Madagaskar; fast klar, hellgelb	praktisch homogen. $2V_x = 49^\circ$ ; AE senkrecht (010)
4.	K 30 S, 1362	„Orthoklas“, Madagas- kar; klar, gelb	praktisch homogen. $2V_x = 34^\circ$ ; AE parallel (010)

In allen Proben zeigten Röntgen-Einkristall- und Pulveraufnahmen keine Abweichung von monokliner Symmetrie der K-reichen Komponente. In 1 und 2 wurde jedoch bei Pulveraufnahme eine geringe Verbreiterung solcher Linien beobachtet, welche im Falle trikliner Symmetrie aufgespalten wären. Einkristallaufnahmen von 1 und 2 zeigten zusätzlich zu den „monoklinen“ Reflexen der K-reichen Komponente „trikline“ Reflexionen ausgeschiedener Na-reicher Komponente (wie es bei „Mondsteinen“ üblich ist) und bei lang belichteten Aufnahmen „trikline Schwänze“, wie von LAVES (1950) beschrieben. Aus geeigneten d-Werten der Pulver-Aufnahmen wurden die Na-Gehalte (Ab-Gehalt in fester Lösung) für die Proben 1, 2, 3 und 4 zu ca. 8, 8, 4 und 2% geschätzt.

## 3. Diskussion

Die Kernresonanzspektren der Feldspäte 1 und 2 zeigen deutliche  $\text{Al}^{27}$ -Satelliten, die auf eine zumindest teilweise geordnete Al/Si-Verteilung hinweisen. Die Positionen und Intensitäten der Al-Signale entsprechen im wesentlichen denjenigen von zwei Adularen, deren Spektren von HAFNER, HARTMANN und LAVES (1962) eingehend diskutiert wurden.

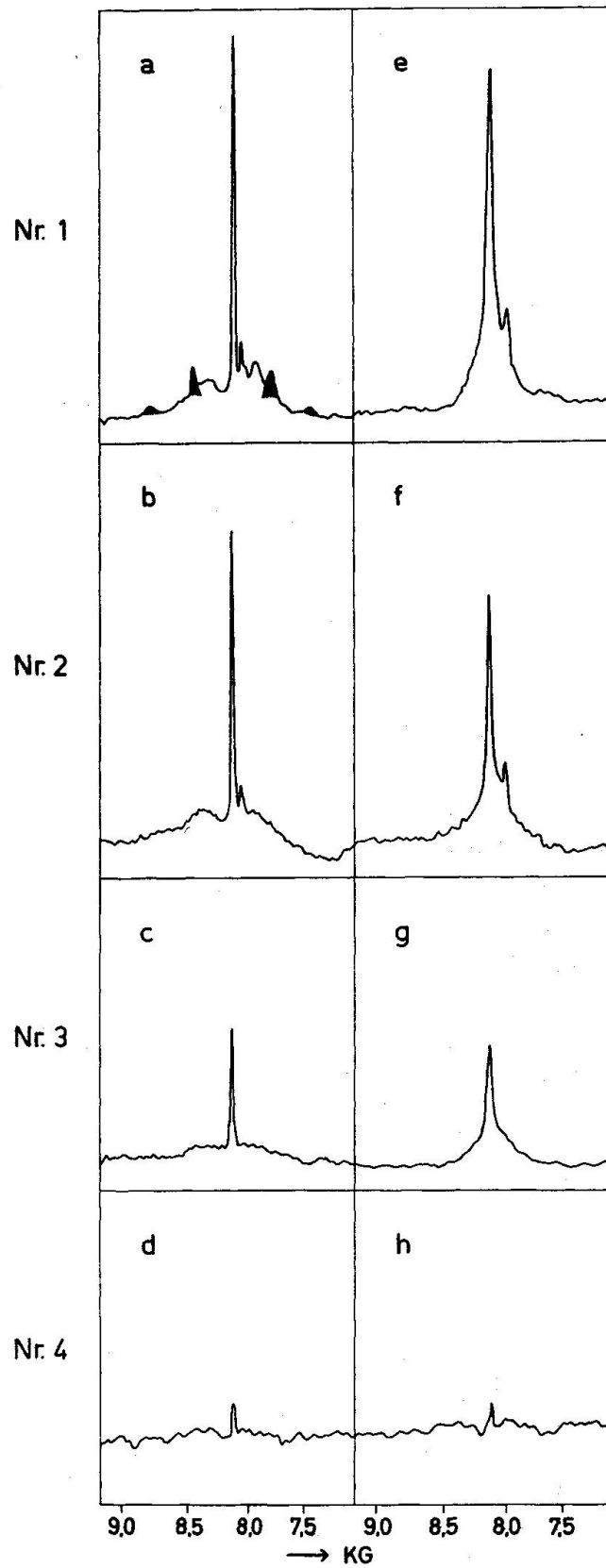


Fig. 1. Kernresonanzspektren von 4 Orthoklasen. Die Nummern entsprechen denen der Tabelle 1. Die schraffierten Gebiete in 1a entsprechen Resonanzen von ausgeschiedenem Albit. a bis d sind Spektren der Rotation II,  $45^\circ$ , und e bis h der Rotation II,  $135^\circ$ . Für weitere Details siehe HAFNER, HARTMANN und LAVES (1962).

Die Interpretation bleibt dieselbe (vgl. besonders S. 288 in jener Arbeit). Zusätzlich zu den vorerwähnten Adularen können bei Nr. 1 Al-Signale von ausgedehntem, gut geordnetem Albit beobachtet werden (Fig. 1a).

Die beiden nach Gittersymmetrie (Pulver- und Einkristall-Röntgen-Aufnahmen) sowie nach Optik *monoklin* erscheinenden Orthoklas-Körper (1 und 2) bestehen nach unserer Ansicht aus sehr feinen, zueinander verwilligten, *triklinen* Domänen mit weitgehend geordneter Al/Si-Verteilung. Diese Interpretation deckt sich mit der Deutung der diffusen Schwänze, die oft in Einkristall-Röntgenaufnahmen von Orthoklasen beobachtet werden können (vgl. LAVES, 1950). Beide Orthoklase (1 und 2) zeigen deutlich solche Schwänze.

An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass ein von uns früher untersuchter verwilligter Mikroklin (hoch), der nach den Röntgenaufnahmen triklin ist und im Mikroskop bereits sichtbare triklone Domänen zeigt, Al-Signale lieferte, die undeutlicher und stärker verbreitert waren als die Signale gewisser monoklin erscheinender Adulare (vgl. Fig. 5 bei HAFNER, HARTMANN und LAVES, 1962). Auch die Signale des hier untersuchten Orthoklas Nr. 1 scheinen etwas deutlicher zu sein als diejenigen des vorerwähnten Mikroklin.

In den Kernresonanz-Spektren des Orthoklas Nr. 3 wurden keine Al-Satelliten beobachtet, weder solche des K-Feldspat noch solche von eventuell ausgedehntem Na-Feldspat (Fig. 1c). Immerhin zeigen das Zentralsignal und der von den Satelliten-Positionen beeinflusste Untergrund eine schwache Abhängigkeit von der Orientierung des Kristalls im Magnetfeld. Diese Orientierungsabhängigkeit ist als Hinweis auf eine nicht ganz ungeordnete Al/Si-Verteilung zu deuten (vgl. unter anderem Punkt 1 von HAFNER, HARTMANN und LAVES, 1962, S. 285).

Der Orthoklas Nr. 4 zeigt ein ausserordentlich schwaches Zentralsignal (Fig. 1d). Satelliten fehlen. Eine Orientierungsabhängigkeit des Kristalls zum Magnetfeld wurde in den Spektren (im Gegensatz zu Nr. 1—3) nicht beobachtet. Wir deuten die Spektren der Nr. 4 wie folgt: Die Abweichungen der Atomlagen dieses Orthoklases von einer ideal geordneten Struktur sind so beträchtlich, dass auch die Effekte zweiter Ordnung, welche die Position des Zentralsignals festlegen, relativ gross sind. Diese Abweichungen werden einerseits durch eine sehr ungeordnete Al/Si-Verteilung erzeugt, andererseits durch einen beträchtlichen Gehalt an  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , den diese Madagaskar-Orthoklase enthalten (vgl. COOMBS, 1954). Ein Einbau grösserer Mengen von Fremdatomen in der Struktur verursacht zusätzliche Störungen der Nah-Symmetrie der Al-Atome, wodurch die durch die ungeordnete Al/Si-Verteilung bereits vor-

handene, „unendlich“ grosse Mannigfaltigkeit der Al-Signalpositionen noch wesentlich erhöht wird.

Vorstehende Interpretation der Kernresonanz-Spektren von Nr. 4 (sehr ungeordnete Al/Si-Verteilung) passt gut zu der Beobachtung, dass dieses Material Sanidin-Optik besitzt (Achsenenebene parallel (010), relativ grosser Achsenwinkel).

Die Spektren der hier untersuchten vier „Orthoklase“ deuten erneut darauf hin, dass K-Feldspäte mit „Orthoklas“-Optik, unabhängig davon, ob solche Feldspäte „mineralogisch“ als „Adulare“ zu bezeichnen sind oder nicht, einem Zustand entsprechen, der unter Gleichgewichtsbedingungen nicht existenzfähig sein dürfte. Es liegt eine Al/Si-Nahordnung vor, die höher ist als diejenige, welche ein (monokliner) Sanidin unter Gleichgewichtsbedingungen haben könnte; aus kinetischen Gründen hat sich aber die Fernordnung, welche einem unter Gleichgewichtsbedingungen stabilen (triklinen) Mikroclin entsprechen würde, noch nicht eingestellt. Im „Orthoklas“ verhalten sich die verzwilligten Domänen noch kohärent, in verzwilligtem Mikroclin jedoch inkohärent.

Wir danken Prof. E. Brun und Dr. P. Hartmann für wertvolle Diskussionen, sowie den Herren H. J. Scheel und R. Gubser für Röntgenaufnahmen.

Die Arbeit wurde durch einen Kredit der Kommission für Atomwissenschaft des Schweiz. Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung ermöglicht.

#### Literaturverzeichnis

- COOMBS, D. S. (1954): Ferriferous orthoclase from Madagascar. *Min. Mag.*, 30, 409—427.
- HAFNER, ST., HARTMANN, P. und LAVES, F. (1962): Magnetische Kernresonanz von Al<sup>27</sup> in Adular. Zur Deutung der Adularstruktur. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* 42, 277—294.
- LAVES, F. (1950): The lattice and twinning of microcline and other potash feldspars. *J. Geology*, 58, 548—571.

Manuskript eingegangen am 23. Januar 1963.