

# $\text{PbO} \cdot 6 \text{Al}_2\text{O}_3$ , eine neue Verbindung vom Typus des $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$

Von

**K. Torkar, H. Krischner und H. Moser**

Aus dem Institut für Physikalische Chemie der Technischen Hochschule Graz

(Eingegangen am 19. Oktober 1964)

Eine kurze Übersicht über die Struktur der verschiedenen Verbindungen vom Typus des  $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$  wird gegeben und ein Vergleich mit dem Mineral Magnetoplumbit vorgenommen. Es wird die Ansicht vertreten, daß sämtliche Verbindungen des  $\beta$ -Typus analog kristallisieren wie Magnetoplumbit. Die Alkali- und auch Erdalkali-Ionen können aber teilweise aus dem Gitter entfernt werden, wodurch die wechselnden analytischen Ergebnisse bedingt sind. Ein bisher fehlendes Glied in der Reihe der  $\beta$ -Verbindungen mit der Zusammensetzung  $\text{PbO} \cdot 6 \text{Al}_2\text{O}_3$  wurde dargestellt und beschrieben. Diese als „Blei- $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$ “ bezeichnete Verbindung stellt ein direktes Analogon zu Magnetoplumbit dar.

The structures of various compounds of the type of  $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$  are reviewed, and compared with the mineral magnetoplumbite. The opinion is advocated that all compounds of the type of  $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$  crystallize analogous to magnetoplumbite. The ions of the alkali metals and alkaline earths can, however, partially be removed from the lattice, thereby leading to the various analytical compositions. One as yet missing link in this line of  $\beta$ -compounds of the composition  $\text{PbO} \cdot 6 \text{Al}_2\text{O}_3$  was synthesized, and is described. This "Lead- $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$ " is a directly analogous to magnetoplumbite.

## 1. Einleitung

Als  $\beta$ -Aluminiumoxide sind eine Reihe von Verbindungen bekannt geworden, an deren Aufbau geringe Mengen Alkali- oder Erdalkalitionen maßgeblich beteiligt sind. Die Bezeichnung  $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$  oder  $\beta$ -Tonerde, die auch heute noch allgemein gebräuchlich ist, geht auf Rankin und Merwin<sup>1</sup> zurück, die zunächst der Ansicht waren, eine neue Modifikation des Aluminiumoxids gefunden zu haben. Der Name  $\beta$ -Aluminiumoxid wurde auch

<sup>1</sup> G. A. Rankin und H. E. Merwin, Z. Anorg. u. Allg. Chem. **96**, 291 (1916).

später beibehalten, obwohl bekannt war, daß es sich nicht um ein reines Aluminiumoxid, sondern um ein Alkali- oder Erdalkalialuminat handelt. Zur genaueren Beschreibung einzelner Formen dieser Reihe hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Art der Fremdatome in den Namen miteinzubeziehen, also z. B. von einem Natrium- $\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  zu sprechen.

Auf die engen strukturellen Beziehungen, die zwischen den Verbindungen vom Typus des  $\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  und dem Mineral Magnetoplumbit bestehen, hat erstmals *Adelsköld*<sup>2</sup> hingewiesen. Magnetoplumbit hat die Formel  $\text{PbO} \cdot 6 \text{Fe}_2\text{O}_3$ , wobei die einzelnen Metallionen weitgehend austauschbar sind. Nach *Adelsköld* können in der allgemeinen Formel  $\text{Me}^{\text{II}}\text{O} \cdot 6 \text{Me}_2^{\text{III}}\text{O}_3$  für das zweiwertige Metall Ca, Sr, Ba und Pb treten, während für das dreiwertige Metall Eisen oder Aluminium zu setzen sind.

## 2. Die Struktur des Natrium- $\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$

Die Struktur des Natrium- $\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  wurde von *Bragg, Gottfried* und *West*<sup>3</sup> untersucht. Die Zusammensetzung  $\text{NaAl}_{23}\text{O}_{35}$ , die sich aus den Analysen und den Dichtebestimmungen ergab, stand jedoch in Widerspruch zu der ermittelten Raumgruppe  $D_{6h}^4$ , weil diese eine gerade Anzahl von Punktlagen in der Elementarzelle verlangt. *Bragg* legte deshalb seiner Strukturbestimmung die idealisierte Formel  $\text{Na}_2\text{Al}_{22}\text{O}_{34}$  zugrunde. Spätere Untersuchungen (*Beevers* und *Brohult*<sup>4</sup>) zeigten, daß die von ihnen bestimmte Zusammensetzung des  $\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  viel besser der idealisierten Formel  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 11 \text{Al}_2\text{O}_3$  bzw.  $\text{K}_2\text{O} \cdot 11 \text{Al}_2\text{O}_3$  entspricht als *Bragg* ursprünglich vermutet hatte.

Die Strukturbestimmung von *Bragg* ergab für Natrium- $\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  eine Anordnung von 10 Sauerstoffschichten parallel zur Basisfläche (000l). In der Mitte der Elementarzelle befindet sich ein spinellartiger Block aus vier dichtgepackten Sauerstofflagen, die durch Aluminiumionen auf Tetraeder- und Oktaederplätzen verbunden sind. An dieses Schichtpaket schließt an beiden Seiten je eine Spiegelebene an, welche nicht dicht gepackt ist und die neben Sauerstoffionen die Alkaliionen enthält. Die vier restlichen Schichten sind analog wie der spinellartige Block aufgebaut.

## 3. Die Struktur des Calcium- $\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$

Bei der Untersuchung der Systeme  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{SrO}-\text{Al}_2\text{O}_3$  fanden *Lagerqvist, Wallmark* und *Westgren*<sup>5</sup> zwei Verbindungen, die ähnliche Strukturen wie Na- $\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  aufwiesen und denen auf Grund der Analyse die Formel  $2 \text{CaO} \cdot 11 \text{Al}_2\text{O}_3$  bzw.  $2 \text{SrO} \cdot 11 \text{Al}_2\text{O}_3$  zukommen sollte. Es würden also in der Elementarzelle 35 Sauerstoffionen enthalten sein. Nun wiesen aber die Röntgendaten dieser Aluminate, analog wie beim Na- $\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ , auf die Raumgruppe  $D_{6h}^4$  hin. Um diese Schwierigkeit zu umgehen, stellten die Autoren zwei Möglichkeiten zur Diskussion. Einmal könnte der überzählige Sauer-

<sup>2</sup> V. *Adelsköld*, Arkiv Kemi, Mineral., Geol. **12 A**, Nr. 29 (1938).

<sup>3</sup> W. L. *Bragg*, C. *Gottfried* und J. *West*, Z. Kristallogr. **77**, 255 (1931).

<sup>4</sup> C. A. *Beevers* und S. *Brohult*, Z. Kristallogr. **95**, 472 (1936).

<sup>5</sup> K. *Lagerqvist*, S. *Wallmark* und A. *Westgren*, Z. Anorg. u. Allg. Chem. **234**, 1 (1937).

stoff in den Hohlräumen des Gitters statistisch eingelagert sein, zum anderen könnte man Leerstellen im Aluminiumgitter annehmen, derart, daß in der Elementarzelle die Gruppe Ca<sub>2</sub>Al<sub>21</sub>/<sub>3</sub>O<sub>34</sub> vorhanden wäre. Dies würde einer Formel 3 CaO · 16 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> entsprechen.

Die Autoren hielten diese Formel für richtig, vor allem aus Gründen der Analogie mit dem Mineral Magnetoplumbit, das zuerst von *Aminoff*<sup>6</sup> beschrieben wurde und dem *Blix*<sup>7</sup> die Zusammensetzung PbO · 5 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zugeschrieben hat.

#### 4. Die Struktur des Magnetoplumbites

Durch eine Röntgenanalyse des Magnetoplumbites hoffte *Adelsköld*<sup>2</sup>, gleichzeitig auch das Strukturproblem des β-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zu lösen. Er fand, daß der Magnetoplumbit ebenso wie die Aluminate und Ferrite von Ca, Sr, Ba die Zusammensetzung Me<sup>II</sup>O · 6 Me<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hat und daß die Strukturen dieser Verbindungsreihe dem β-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sehr ähnlich sind.

Nach *Adelsköld* kristallisieren die Verbindungen vom Typus des Magnetoplumbites in der Raumgruppe D<sub>6h</sub><sup>4</sup>, wobei 64 Atome in der Elementarzelle anzuordnen sind, gegenüber 58 beim Natrium-β-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Analog wie beim β-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ist das Kristallgitter des Magnetoplumbites aus 10 Sauerstoffschichten aufgebaut, die entlang der *c*-Achse angeordnet sind. Bis auf die beiden nicht dicht gepackten Spiegelebenen ist der Aufbau des Gitters bei beiden Verbindungen identisch.

Die dichtgepackten Sauerstoffschichten sind beim Magnetoplumbit analog dem Magnetit aufgebaut und entsprechen daher der spinellartigen Anordnung beim β-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Die Bleiionen sind, wie die Alkaliionen beim β-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, in den beiden Spiegelebenen angeordnet.

#### 5. Vergleich der Strukturen

Es ist auffallend, daß Verbindungen, die wie Magnetoplumbit und β-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> röntgenographisch eine so weitgehende Übereinstimmung zeigen, sich in der Zusammensetzung wesentlich unterscheiden sollen.

Außerdem zeigen die Ergebnisse der chemischen Analysen von Natrium-β-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, die von *Lamar*, *Hazel* und *O'Leary*<sup>8</sup> zusammengestellt wurden, eine außerordentliche Diskrepanz in den Na<sub>2</sub>O-Gehalten: Er reicht von sehr geringen Werten bis rund 5%.

In jüngster Zeit haben *Scholder* und *Mansmann*<sup>9</sup> erneut eine sorgfältige Untersuchung der verschiedenen Verbindungen vom β-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Typus durchgeführt. Sie konnten zeigen, daß alle Verbindungen, denen man bisher die Formel A<sub>2</sub>O · 11 M<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (A = Na, K, Rb, Cs; M = Al, Ga, Fe) zugeschrieben hat, in Wirklichkeit die Zusammensetzung A<sub>2</sub>O · 6 M<sub>2</sub>O<sub>3</sub> aufweisen. Reaktionsprodukte mit dem Molverhältnis A<sub>2</sub>O : M<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1 : 11 erwiesen sich, nach Ansicht der Autoren, als Gemenge von A<sub>2</sub>O · 6 M<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mit M<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

<sup>6</sup> G. Aminoff, Geol. Fören, Förhandel, Stockholm **47**, 283 (1925).

<sup>7</sup> R. Blix, Geol. Fören, Förhandel, Stockholm **59**, 300 (1937).

<sup>8</sup> M. O. Lamar, W. M. Hazel und W. J. J. O'Leary, Ind. Engng. Chem. Analyt. Edit. **7**, 429 (1935).

<sup>9</sup> R. Scholder und M. Mansmann, Z. Anorg. u. Allg. Chem. **321**, 246 (1963).

Eine andere Auffassung vertritt *Saalfeld*<sup>10</sup>. Er hält das  $\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  nicht für eine Verbindung im streng stöchiometrischen Sinn, sondern für eine fremdstoffstabilisierte Phase.

Die richtige Deutung der Verhältnisse dürfte in der Mitte zwischen den Auffassungen von *Scholder* auf der einen Seite und *Saalfeld* auf der anderen Seite liegen. Zweifellos ist im Falle der Verbindungen vom Typus  $\text{Me}^{\text{II}}\text{O} \cdot 6 \text{Me}_2\text{O}_3$  das zweiwertige Metallion maßgeblich am Aufbau des Gitters beteiligt. Der Einbau dieses Ions dürfte allgemein in der Art erfolgen, wie sie bei Magnetoplumbit von *Adelsköld*<sup>2</sup> beschrieben wurde. Allerdings scheint die Bindung im Gitter nicht sehr fest zu sein, wodurch Ionen aus den beiden nicht dichtgepackten Schichten entfernt bzw. teilweise ausgetauscht werden können.

Nicht so einfach liegen die Verhältnisse bei den Verbindungen des  $\beta$ -Typus, die einwertige Ionen enthalten. Obwohl auch die einwertigen Ionen zweifellos am Aufbau des Gitters beteiligt sind, lassen sie sich doch wesentlich leichter aus dem Gitter entfernen oder austauschen als die zweiwertigen. Da die Alkaliionen, ebenso wie die Erdalkaliionen, nur in den nicht dichtgepackten Gitterebenen eingebaut werden können, sind nur ganz bestimmte analytische Zusammensetzungen möglich. Wenn ein Austausch von Sauerstoffionen gegen Alkaliionen stattfindet, müssen zur Wahrung der Elektroneutralität gleichzeitig auch immer Aluminiumionen entfernt werden, was im Bereich der Spiegelebenen nicht schwierig wäre. Die Grenzen dieses Verbindungstypus liegen also zwischen einer Zusammensetzung, die etwa dem von *Scholder* geforderten Verhältnis  $\text{Na}_2\text{O}:\text{Al}_2\text{O}_3$  von 1:6 entspricht und einem Metalloxid, das durch nur geringe Mengen  $\text{Na}_2\text{O}$  bzw.  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Rb}_2\text{O}$  oder  $\text{Cs}_2\text{O}$  stabilisiert ist. Die ziemlich gleichbleibenden Werte bei den Untersuchungen von *Scholder* dürften auf seine Untersuchungstechnik zurückzuführen sein, bei der die maximale Aufnahmefähigkeit des Gitters für Alkaliionen bestimmt wurde.

Aus diesen Ausführungen folgt, daß sämtliche Verbindungen vom Typus des  $\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  im Idealfalle das gleiche Kristallgitter aufweisen wie Magnetoplumbit. Durch die Schwierigkeiten beim Einbau einwertiger Ionen sind die Verhältnisse in diesem Falle nicht so übersichtlich, da ein teilweiser Austausch von Alkaliionen und Sauerstoffionen innerhalb der Spiegelebenen erfolgt. Dadurch lassen sich die wechselhaften analytischen Ergebnisse erklären, wenngleich der Grundaufbau des Gitters nicht wesentlich verändert wird.

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten bisher bekannten Verbindungen des  $\beta$ -Typus zusammengestellt. In der letzten Kolonne sind die Ionenradien nach *Goldschmidt* angeführt.

<sup>10</sup> *H. Saalfeld*, Naturwissensch. **43**, 420 (1956).

Tabelle 1. Die wichtigsten Verbindungen vom Typus des  $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

			Ionenradien, Å
Na <sub>2</sub> O · 6 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O · 6 Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Na 0,98
K <sub>2</sub> O · 6 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O · 6 Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O · 6 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K 1,33
Rb <sub>2</sub> O · 6 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Rb <sub>2</sub> O · 6 Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Rb <sub>2</sub> O · 6 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Rb 1,49
Cs <sub>2</sub> O · 6 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cs <sub>2</sub> O · 6 Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Cs 1,65
CaO · 6 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		CaO · 6 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ca 1,06
SrO · 6 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		SrO · 6 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sr 1,27
BaO · 6 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		BaO · 6 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ba 1,43
PbO · 6 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		PbO · 6 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pb 1,32

Betrachtet man Tab. 1, so fällt auf, daß sowohl einwertige als auch zweiwertige Ionen in das Kristallgitter des  $\beta$ -Typus eingebaut werden können. Die Einbaumöglichkeit ist aber auf bestimmte Ionengrößen beschränkt. Li vermag z. B. weder Aluminiumoxid noch Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> als  $\beta$ -Verbindung zu stabilisieren. Bei Na gelingt zwar die Stabilisierung von Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, bei Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> konnte aber kein Na-hältiges  $\beta$ -Oxid dargestellt werden.

Andererseits müßte es möglich sein, bei Richtigkeit der getroffenen Voraussetzungen, auch ein durch PbO stabilisiertes Aluminiumoxid darzustellen. Blei hat einen Ionenradius von 1,32 Å und wäre daher nach der Ionengröße befähigt, die Bildung eines Blei- $\beta$ -Aluminiumoxids zu ermöglichen. Diese Verbindung würde ein direktes Analogon zu Magnetoplumbit darstellen.

#### 6. Die Darstellung von Blei- $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Es wurden Versuche unternommen, eine PbO enthaltende  $\beta$ -Aluminiumverbindung darzustellen. Zu diesem Zweck wurden Mischungen von  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mit gelbem Bleioxid in verschiedenen Mengenverhältnissen im elektrischen Ofen erhitzt. Das Aluminiumoxid wurde aus metallischem Aluminium hergestellt, um es alkalifrei zu erhalten. Die Reaktionszeiten betragen im Durchschnitt 24 Stunden.

Bei Bleioxidgehalten von mehr als 50 Mol% wurde röntgenographisch neben Bleioxid eine bisher nicht beschriebene Phase identifiziert, über die zu einem späteren Zeitpunkt ausführlicher berichtet wird.

Lag der PbO-Gehalt der Mischungen zwischen 25 und 50 Mol%, so entstand bei der Reaktion das 1:1 Aluminat PbAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, das bereits von Geller und Bunting<sup>11</sup> beschrieben wurde.

Bei niedrigeren Bleigehalten, von 10 bis 20 Mol% PbO, entstand eine bisher nicht bekannte Verbindung, die weitreichende Analogien zu anderen Verbindungen vom Typus des  $\beta$ -Aluminiumoxids aufweist.

<sup>11</sup> R. F. Geller und E. N. Bunting, J. Research Nat. Bur. Standards **31**, 255 (1943); R. P. 1564.

Bei einem Gehalt von 15 Mol% PbO in der Ausgangsmischung, was einer Zusammensetzung von  $\text{PbO} \cdot 6 \text{Al}_2\text{O}_3$  entsprechen würde, gelang es, die neue Form röntgenrein darzustellen. Allerdings waren mikroskopisch

Tabelle 2. Röntgeninterferenzen von Blei- $\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 

$d, \text{\AA}$	Int.	$\sin^2 \vartheta_{\text{exp.}}$	$hkl$	$\sin^2 \vartheta_{\text{ber.}}$
11,18	5	0,00475	002	0,00482
5,55	2	0,01927	004	0,01928
4,84	1	0,02530	100	0,02536
4,728	8	0,02654	101	0,02656
4,436	6	0,03017	102	0,03018
4,047	5	0,03624	103	0,03620
3,698	4	0,04340	006	0,04338
3,646	4	0,04466	104	0,04464
3,271	5	0,05549	105	0,05548
2,794	9	0,07608	110	0,07609
2,708	8	0,08090	112	0,08091
2,646	8	0,08475	107	0,08440
2,493	10	0,09549	114	0,09537
2,420	5	0,10140	200	0,10146
2,407	5	0,10252	108	0,10248
2,300	7	0,11225	203	0,11230
2,215	5	0,12090	204	0,12074
2,197	1	0,12293	109	0,12296
2,124	9	0,13153	205	0,13158
2,024	7	0,14491	206	0,14484
1,967	1	0,15330	118	0,15321
1,850	1	0,17362	0012	0,17352
1,822	3	0,17890	211	0,17875
1,805	1	0,18230	212	0,18237
1,775	3	0,18847	213	0,18839
1,736	1	0,19700	214	0,19683
1,723	2	0,19978	209	0,19906
1,690	2	0,20770	215	0,20767
1,612	3	0,22840	300	0,22828
1,595	2	0,23319	302	0,23310
1,583	6	0,23690	217	0,23660
1,548	7	0,24774	304	0,24756
1,396	10	0,30444	220	0,30438

noch Spuren von PbO nachzuweisen, während bei geringeren Bleigehalten noch Anteile von Aluminiumoxid anwesend waren. Es war dadurch nicht möglich, völlig exakte Werte bei den Analysen zu erhalten. Die pyknometrische Dichtebestimmung ergab, entsprechend der Beimengung von PbO, einen etwas zu hohen Wert. Die Dichte der neuen Form wurde mit  $4,7 \text{ g/cm}^3$  bestimmt gegenüber der erwarteten Dichte von 4,6 für eine Verbindung der Zusammensetzung  $\text{PbO} \cdot 6 \text{Al}_2\text{O}_3$ .

Die röntgenographische Untersuchung der neuen Phase zeigte weitreichende Übereinstimmung mit den Daten der anderen Verbindungen des  $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Als Raumgruppe wurde  $D_{6h}^4$  — P 6<sub>3</sub>/mmc ermittelt. Die Röntgendaten, die aus *Guinier*-Aufnahmen bestimmt wurden, sind in Tab. 2 zusammengestellt. Es ergab sich eine gute Übereinstimmung zwischen bestimmten und berechneten  $\sin^2 \vartheta$ -Werten. Als Gitterparameter wurden folgende Größen bestimmt:

$$\begin{aligned} a &= 5,58 \text{ \AA} \\ c &= 22,20 \text{ \AA} \quad Z = 2. \end{aligned}$$

Trotz der geringen Unsicherheiten in der Zusammensetzung, die, wie eingangs erwähnt, bei den meisten Verbindungen des  $\beta$ -Typus auftreten, sind wir der Meinung, daß es sich bei der neuen Phase um eine mit  $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bzw. Magnetoplumbit isotype Verbindung handelt. Für diese Phase, deren Zusammensetzung der Formel PbO · 6 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> entspricht, schlagen wir die Bezeichnung Blei- $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vor.

Durch Auffinden dieses fehlenden Gliedes in der Reihe der  $\beta$ -Phasen scheint eine eindeutige Verbindung zwischen den  $\beta$ -Aluminiumoxiden und den Oxiden vom Typus des Magnetoplumbites hergestellt zu sein. Blei- $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kann als direktes Analogon zu Magnetoplumbit aufgefaßt werden.