

setzt. Länge und Breite der Plättchen bleiben vollständig erhalten, die Dicke muss aber beträchtlich zunehmen, da der Schichtenabstand um ca. 14 Å wächst. Es kann dies so gedeutet werden, dass die Schichten der  $\beta$ -Hydroxyde ähnlich gebaut sind wie diejenigen beim C6-Typ, allerdings deformiert (vgl. die Winkel der sechseckigen Formen). Bei der Umsetzung mit Naphtolgelb lagern sich Farbstoff- und Zinkionen zwischen die Schichten; in diesen erfolgt eine Verschiebung der Ionen zu der hexagonalen Symmetrie des C6-Typs.

### Zusammenfassung.

Aus röntgenographischen und morphologischen Untersuchungen ergibt sich, dass die verschiedenen Formen von  $\beta$ -Zinkhydroxyd zwei besonderen Modifikationen,  $\beta 1$  und  $\beta 2$ , zuzuordnen sind.  $\beta 1$  bildet sich in neutralem,  $\beta 2$  in schwach alkalischem Milieu. Beide Modifikationen besitzen ein Schichtengitter mit gleichem Schichtenabstand.

Der elektronenmikroskopische Teil der Untersuchungen wurde durch Zuwendungen aus den Arbeitsbeschaffungskrediten des Bundes ermöglicht.

Universität Bern,  
Institut für anorg., analyt. und physikal. Chemie.

## 296. Zur Kenntnis der nadeligen Calcium-Aluminiumhydroxysalze<sup>1)</sup>

von W. Feitknecht und H. Buser.

(4. X. 49.)

### 1. Einleitung.

Es ist verschiedentlich darauf hingewiesen worden<sup>2)</sup>, dass die Calcium-Aluminiumhydroxysalze nach Zusammensetzung und morphologischer Ausbildung in zwei verschiedene Gruppen unterteilt werden können. Als Gruppe II werden die plätterigen der Bruttozusammensetzung  $3 \text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{CaX}_2, n \text{H}_2\text{O}$  bezeichnet, als Gruppe I die nadeligen der Zusammensetzung  $3 \text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, 3 \text{CaX}_2, n \text{H}_2\text{O}$ , wobei  $\text{X}_2$  auch ein zweiwertiges Anion bedeuten kann. Von folgenden Anionen sind Verbindungen der Gruppe I beschrieben worden:  $\text{SO}_4''$ ,  $\text{SeO}_4''$ ,  $\text{CrO}_4''$ ,  $\text{SiO}_4\text{H}_2''$ ,  $\text{OH}'$ ,  $\text{MnO}_4'$ ,  $\text{ClO}_3'$ ,  $\text{HCO}_2'$ ,  $\text{CH}_3\text{CO}_2'$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2'$ . Jones nimmt an, dass sie alle dem Sulfat, dem Ettringit strukturverwandt seien. Aus der Reihe fallend sind die beiden von

<sup>1)</sup> 9. Mitt. über Doppelhydroxyde und basische Doppelsalze, 8. Mitt. vgl. Helv. **32**, 1667 (1949).

<sup>2)</sup> F. E. Jones, Proc. of the Symp. on the Chemistry of Cements, Stockholm 1938.

*Mylius*<sup>1)</sup> beschriebenen nadeligen Jodate, für die folgende Formeln angegeben werden:  $4 \text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{JO}_3)_2$ ,  $22 \text{H}_2\text{O}$  und  $5 \text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{JO}_3)_2$ ,  $33 \text{H}_2\text{O}$ .

Vor einiger Zeit haben *Feitknecht* und *Gerber*<sup>2)</sup> gezeigt, dass die Verbindungen der Gruppe II alle nach dem gleichen Prinzip gebaut sein dürften, und dass bei diesen zwischen Calciumhydroxydschichten Schichten von basischem Aluminiumsalz und Wasser eingelagert sind. Die Formel dieser Verbindungen ist demnach sinngemäss zu schreiben:  $2 \text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{X}$ ,  $m \text{H}_2\text{O}$  (dabei kann X auch  $\frac{1}{2}$  eines zweiwertigen Anions bedeuten). In Fortführung unserer Untersuchungen über diese Verbindungsklasse hat *Michel*<sup>3)</sup> zunächst den Bildungsmechanismus des Hydroxychlorids eingehend untersucht. Anschliessend hat *Buser*<sup>4)</sup> die allgemeine Gültigkeit der Ergebnisse von *Michel* geprüft und daraus eine einfache Methode zur Herstellung der Calcium-Aluminiumhydroxysalze abgeleitet. Über die Ergebnisse der Versuche über die plättchenförmigen Verbindungen, die im wesentlichen zu einer Bestätigung und Erweiterung des früher gemachten Bauvorschlages führten, soll später berichtet werden. Es zeigte sich, dass sich die Methode in entsprechender Modifikation auch zur Herstellung von Hydroxydoppelsalzen der Gruppe I verwenden lässt. Die röntgenographische Untersuchung einiger in diesem Zusammenhang hergestellter Präparate ergab, dass bei diesen nadeligen Verbindungen mindestens zwei strukturell verschiedene Typen auftreten.

Der erste Typ umfasst vor allem die Verbindungen mit einem Anion  $\text{XO}_4''$ . Der wichtigste Vertreter ist das Sulfat, das als Ettringit in der Natur vorkommt und in der Zementliteratur auch als Zementbacillus bezeichnet wird. Im zweiten Typ scheinen vor allem Verbindungen mit einwertigem Anion zu kristallisieren.

Bei der von uns verwendeten Darstellungsmethode wurde so vorgegangen, dass eine Lösung (A) von Natriumaluminat mit bestimmtem Hydroxydüberschuss zu einer Lösung des Calciumsalzes (B) mit dem gewünschten Anion unter Ausschluss von Kohlensäure und unter kräftigem Rühren zugefügt wurde. Die Aluminatlösung wurde durch Auflösen einer bestimmten Menge von reinstem Aluminium in der berechneten Menge verdünnter Natronlauge hergestellt. Die geeignetsten Mengen und Konzentrationen und die beste Fällungsart mussten von Fall zu Fall durch Ausprobieren ermittelt werden. Je nach Zusammensetzung der Lösungen und Art der Fällung entstehen die plättchen- oder nadelförmigen Verbindungen. Durch mikroskopische, z. T. elektronenmikroskopische Untersuchung wurde geprüft, ob die eine oder andere Form rein vorlag.

1) *C. R. W. Mylius*, Acta Acad. Aboensis, Math. Phys. VII, 3 (1933).

2) *W. Feitknecht* und *M. Gerber*, Helv. **25**, 106 (1942).

3) *K. Michel*, Diss. Bern 1946.

4) *H. Buser*, Diss. Bern 1949.

## 2. Verbindungen vom Ettringittyp.

Beim Sulfat lieferte die folgende Vorschrift den Ettringit. Die Lösung A war 0,003-m. an  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$  und 0,006-m. an  $\text{OH}^-$ , die Lösung B 0,1-m. an  $\text{CaSO}_4$ . 0,5 Liter der Lösung A wurde tropfenweise unter kräftigem Rühren zu 1 Liter der Lösung B fließen gelassen. Dabei schied sich der Ettringit in den bekannten, langen, prismatischen Nadeln aus, die z. T. spärolithartig aggregiert waren.

Das Präparat wurde nicht analysiert, da die Zusammensetzung von natürlichem und künstlichem Ettringit verschiedentlich bestimmt worden ist<sup>1)</sup>. Es wird folgende Zusammensetzung angegeben:  $3 \text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $3 \text{CaSO}_4$ , 31–33  $\text{H}_2\text{O}$ . In unserer Schreibweise und Annahme des Mittels des angegebenen Wassergehalts lautet die Formel  $6 \text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , 26  $\text{H}_2\text{O}$ , womit allerdings durch diese Formel nur ausgedrückt werden soll, dass das Gitter  $\text{Ca}^{++}$ -,  $\text{Al}^{+++}$ -,  $\text{OH}^-$ -,  $\text{SO}_4^{--}$ -Ionen und Wassermolekeln enthält, ohne, wie im Fall der plättchenförmigen Verbindungen, über ihre Zuteilung etwas auszusagen.

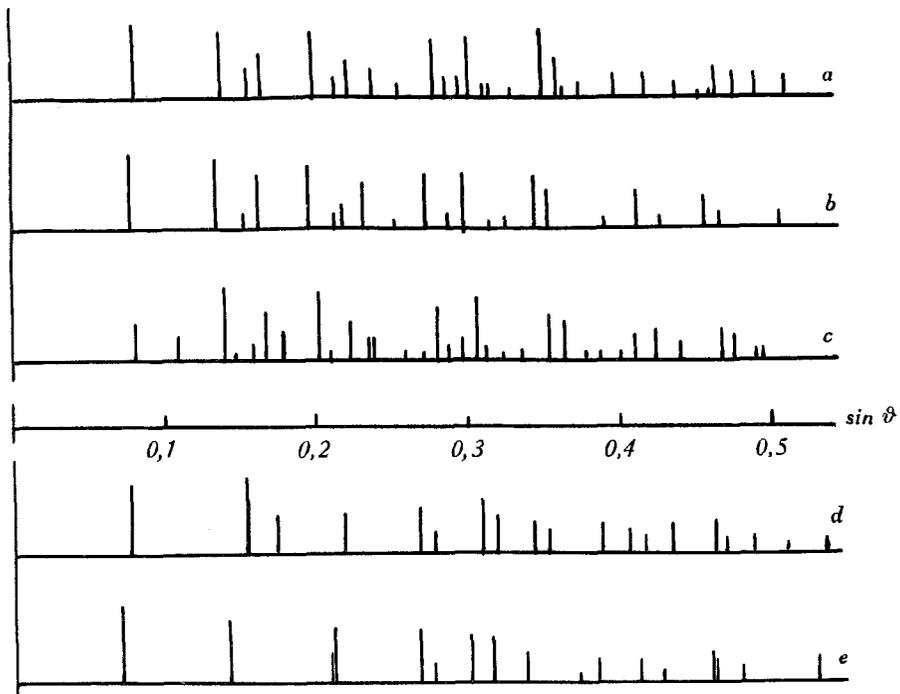


Fig. 1.

Röntgendiagramm von:

- |    |             |                         |
|----|-------------|-------------------------|
| a) | nadeligem   | Calciumaluminium-Sulfat |
| b) | „           | „ -Chromat              |
| c) | „           | „ -Jodat                |
| d) | plättigerem | „ -Chromat              |
| e) | nadeligem   | „ -Chlorat              |

<sup>1)</sup> R. C. W. Mylius, l. c.

Die Herstellung der *Debye-Scherrer*-Aufnahmen erfolgte mit gefilterter Kupferstrahlung und einer Kamera mit einem Durchmesser von 114,6 mm. Auf der Figur 1a sind die  $\sin \vartheta$  aufgetragen. Die daraus berechneten Ebenenabstände stimmen mit den Angaben des Alphabetical Index of X-Ray diffraction patterns überein<sup>1)</sup>.

*Bannister*<sup>2)</sup> hat vor einiger Zeit eine erste Untersuchung über die Struktur von Ettringit veröffentlicht und gibt an, dass er hexagonal kristallisiert mit *c* als Nadelachse. Für die Dimensionen der Elementarzelle gibt er an  $a = 11,24 \text{ \AA}$ ,  $c = 21,45 \text{ \AA}$ .

Wir haben auf Grund der Angaben von *Bannister* die inneren Reflexe unseres Röntgendiagramms mit Hilfe der *Hull*'schen Kurven indiziert (vgl. Tab. 1), die Dimensionen der Elementarzelle berechnet und finden die mit den Angaben von *Bannister* übereinstimmenden Werte:  $a = 11,2 \text{ \AA}$ ,  $c = 21,4 \text{ \AA}$ .

Tabelle 1.

Sin  $\vartheta$  der intensiven Röntgenreflexe von nadeligem Calciumaluminium-Sulfat, -Chromat und -Jodat.

Ind.	Sulfat			Chromat			Jodat		
	Nr.	$\sin \vartheta$	Int.	Nr.	$\sin \vartheta$	Int.	Nr.	$\sin \vartheta$	Int.
010	1	0,0800	10	1	0,0779	10	1	0,0800	5
012 003							2	1080	3
110	2	1375	9	2	1348	9	3	1381	10
004							4	1473	1
112	3	1556	4	3	1534	2			
020							5	1577	2
014	4	1642	6	4	1633	7	6	1671	6
113							7	1757	3
114 015	5	1989	9	5	1967	8	8	2020	9
120							9	2100	1
024	6	2139	3	6	2126	2		.	
122	7	2215	5	7	2181	3		.	
030	8	2380	4	8	2334	6		.	
124	9	2554	2	9	2553	1		.	
	10	2778	8	10	2743	7	15	2803	7
		.			.			.	
		.			.			.	
		.			.			.	
	13	3011	8	12	2982	7	18	3048	8
		.			.			.	
		.			.			.	
		.			.			.	
	17	3490	9	15	3449	7	22	3530	6
	18	3584	5	16	3543	5	23	3629	5

<sup>1)</sup> Ann. Soc. for Testing Materials Philadelphia, Pa., 1945.

<sup>2)</sup> *Bannister*, Min. Mag. **24**, 324 (1936).

Im weitem haben wir den Chromatettringit nach folgender Vorschrift erhalten:

200 cm<sup>3</sup> einer gesättigten Lösung von Calciumchromat, hergestellt durch Auflösen von CaO puriss. in sulfatfreier Chromsäure, wurden unter gutem Rühren tropfenweise mit 30 cm<sup>3</sup> einer Aluminatlösung versetzt, die 0,05-m. an Aluminat und 0,1-m. an NaOH war.

Es entstand ein sehr feindisperser, gelber Niederschlag, bei dem mikroskopisch keine Einzelkryställchen erkennbar waren. Unter dem Elektronenmikroskop waren sehr feine, biegsame, lange Nadelchen zu sehen.

Die Zusammensetzung des nadeligen Chromats wurde von *Foret*<sup>1)</sup> zu 3 CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3 CaCrO<sub>4</sub>, 30 H<sub>2</sub>O bestimmt. Wir haben auf eine Analyse unseres Präparats verzichtet und möchten in Analogie zum Sulfat der Verbindung die Formel 6 Ca(OH)<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>(CrO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, 24 H<sub>2</sub>O geben.

Das Röntgendiagramm war demjenigen von Sulfatettringit sehr ähnlich und liess ohne weiteres auf eine übereinstimmende Struktur schliessen (Fig. 1b). Nach der analog wie beim Sulfat durchgeführten Indizierung (Tab. 1) liessen sich die Dimensionen der Elementarzelle berechnen. Es wurden die folgenden Werte erhalten: a = 11,4 Å, c = 21,5 Å. Sie sind ganz wenig grösser als beim Sulfatettringit.

Wir haben darauf verzichtet, die entsprechende Verbindung der Selensäure herzustellen, die zweifellos im Ettringittyp kristallisiert. Das gleiche gilt für das in einer neuern Untersuchung<sup>2)</sup> beschriebene, nadelige Calcium-Aluminiumhydroxysilikat, dem nach unserer Schreibweise die Formel 6 Ca(OH)<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>(SiO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>)<sub>3</sub>, xH<sub>2</sub>O gegeben werden kann.

*Flint* und *Wells* haben auch ein nadeliges Calciumaluminat der Zusammensetzung 6 CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 33 H<sub>2</sub>O beschrieben, das ein mit dem Ettringit fast identisches Röntgendiagramm ergab. Unsere Versuche, diese Verbindung ebenfalls zu erhalten, führten bis jetzt nicht zum Ziel. Es scheint aber, dass ein Ion XO<sub>4</sub>'' im Ettringit auch durch 2 OH' ersetzt sein kann.

Wie in der Einleitung angegeben, hat *Mylius*<sup>3)</sup> zwei nadelige Jodate beschrieben. Wir konnten ein solches nach mehreren Versuchen, in der folgenden Weise rein herstellen:

Zu 2 Liter einer gesättigten Lösung von sulfatfreiem Calciumjodat wurden rasch unter starkem Rühren 60 cm<sup>3</sup> einer Lösung gefügt, die 0,1-m. an Aluminat und 0,2-m. an überschüssiger NaOH war. Mit Rühren wurde weitergefahren, nach kurzer Zeit begann sich ein voluminös sperriger Niederschlag auszuschleiden. Es wurde abfiltriert, mit wenig Wasser und Aceton gewaschen und im Vakuum über Calciumchlorid getrocknet.

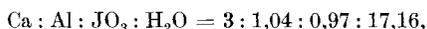
<sup>1)</sup> *J. Foret*, Recherches sur les combinaisons entre les sels de calcium et les aluminates de calcium, Hermann & Cie., Paris 1935.

<sup>2)</sup> *Flint* und *Wells*, J. Res. Nat. Bur. Standards, R.P. 1623, **22**, 471 (1944).

<sup>3)</sup> l. c.

Die Verbindung bildete, in dieser Weise hergestellt, mikroskopisch gut sichtbare, sehr lange Nadeln, die z. T. senkrecht zur Nadelachse abgebrochen waren, z. T. spitz ausliefen oder aufgefasert waren. Häufig waren sie zu Büscheln aggregiert.

Die Analyse ergab das folgende atomare Verhältnis der Bestandteile:



wobei die Menge Wasser aus der Differenz berechnet ist. Dies entspricht einer Bruttozusammensetzung  $5 \text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $1 \text{Ca}(\text{JO}_3)_2$ ,  $34 \text{H}_2\text{O}$ , also dem 5 : 1 Salz von *Mylius*. Das andere von *Mylius* angegebene, nadelige Jodat ist von uns vorläufig nicht erhalten worden.

Das Röntgendiagramm entspricht sonderbarerweise weitgehend den Diagrammen der Ettringite (Fig. 1c). Die beobachteten Intensitätsunterschiede können auf das wesentlich verschiedene Atomgewicht des Jods zurückgeführt werden. Die ersten Linien des Diagramms liessen sich analog wie diejenigen vom Sulfat und Chromat mit Hilfe der *Hull'schen* Kurven hexagonal indizieren (Tab. 1). Die Übereinstimmung ist allerdings nicht überall sehr gut, was möglicherweise darauf zurückzuführen ist, dass die Struktur nur pseudohexagonal ist. Die Zuordnung der Reflexe wird deshalb schon bei kleinerem Ablenkungswinkel unsicherer als bei den beiden andern Diagrammen.

Für die Dimensionen der Elementarzelle ergaben sich die folgenden Werte:  $a = 11,15 \text{ \AA}$ ,  $c = 20,9 \text{ \AA}$ , d. h.  $a$  ist wenig,  $c$  deutlich kleiner als beim Sulfatettringit.

Es ist sehr bemerkenswert, dass dieses Jodat eine dem Ettringit analoge Struktur besitzt, trotz scheinbar vollkommen anderer formaler Zusammensetzung. Sieht man vom Hydroxyettringit von *Flint* und *Wells* ab, so kommen bei den andern, sicher in dieser Struktur kristallisierenden Verbindungen auf 6 Ca- bzw. 2 Al-Ionen 3 Ionen  $\text{XO}_4''$  (beim Silikatettringit sind 2 O-Atome durch 2 OH-Radikale ersetzt). Das Auftreten dieses Gittertyps beim Jodat wird verständlich, wenn man berücksichtigt, dass die Koordinationszahl des Jodatoms in den Jodaten nicht 3 ist, sondern bei den bekannten Strukturen der Alkalijodate den Wert 6 hat. Es kann also angenommen werden, dass durch Anlagerung eines OH'-Ions an ein  $\text{JO}_3'$ -Ion ein Ion  $\text{JO}_3\text{OH}''$  entsteht, welches den Ionen  $\text{XO}_4''$  durchaus analog ist. Allerdings führt diese Annahme immer noch nicht zu der normalen Ettringitformel, sondern ergibt:  $6 \text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{JO}_4\text{H})_2(\text{OH})_2$ ,  $26 \text{H}_2\text{O}$ . An Stelle eines  $\text{XO}_4''$ -Ions enthält der Jodatettringit also 2 OH'-Ionen, was — wie der Hydroxyettringit zeigt — durchaus möglich zu sein scheint.

Versuche, einen Wolframatettringit herzustellen, schlugen fehl, es konnte nur das plättchenförmige Calcium-Aluminiumhydroxywolframat erhalten werden.

### 3. Verbindungen vom Typ des nadeligen Chlorats.

Von weiteren nadeligen Doppelsalzen haben wir bis jetzt nur das Chlorat nach unserer Methode einigermaßen rein herstellen können, und zwar nach der folgenden Vorschrift:

200 cm<sup>3</sup> 1,3-m. sulfatfreie Ca(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-Lösung wurden tropfenweise unter gutem Rühren mit 50 cm<sup>3</sup> 0,05-m. Aluminatlösung, die 0,1-m. an überschüssiger Natronlauge war, versetzt. Das so erhaltene Präparat war feindispers und bestand nach der elektronenmikroskopischen Untersuchung zur Hauptsache aus 2—3  $\mu$  langen und ca. 0,1  $\mu$  dicken Stäbchen. Daneben enthielt es noch einen kleinen Anteil von flockigem Material, das auch elektronenmikroskopisch keine charakteristischen Formen erkennen liess. Beim Auswaschen ging das nadelige Produkt ziemlich leicht in Lösung oder zersetzte sich. Wir sahen deshalb von einer Analyse ab. Es handelt sich aber zweifellos um die von *Foret* beschriebene Verbindung der oben angegebenen Zusammensetzung mit nicht bestimmtem Wassergehalt.

**Tabelle 2.**

Sin  $\theta$  der intensivsten Röntgenreflexe von plättigerem Chromat und nadeligem Chlorat.

Ind.	Chromat			Chlorat		
	Nr.	sin $\theta$	Int.	Nr.	sin $\theta$	Int.
001	1	0,0763	9	1	0,0705	10
002 010	2	1535	10	2	1409	8
011	3	1727	5			
012	4	2172	5	3	2079	4
003				4	2105	7
110	5	2680	6	5	2664	7
111 013	6	2773	3	6	2764	7
112	7	3082	7	7	2999	6
021	8	3181	5	8	3148	6
022	9	3429	4	9	3371	4
113	10	3518	3			
023	11	3874	4	10	3722	1
114	12	4051	3	11	3843	3
121	13	4159	2	12	4123	3
122	14	4344	4	13	4273	1
030	15	4633	4	14	4602	4

Das Röntgendiagramm wurde von einem nur kurz mit Wasser und Aceton ausgewaschenen Präparat hergestellt (Fig. 1d). Es ist ziemlich stark von demjenigen des plättchenförmigen Chlorats verschieden, über das in einer spätern Mitteilung berichtet werden soll. Es ist aber auch von den Diagrammen des Ettringittyps verschieden, vor allem ist die Folge der innern Reflexe eine ganz andere. Es liess sich mit Hilfe der *Hull*'schen Kurven widerspruchlos hexagonal indizieren. Die Indices der innersten Reflexe können Basisebenen zugeordnet werden, während sie bei Ettringit Prismen- und Pyramidenreflexe sind (vgl. Tab. 1 und 2).

Für die Dimensionen der Elementarzelle erhält man die Werte  $a = 5,76 \text{ \AA}$ ,  $c = 10,95 \text{ \AA}$ . Das  $a$  ist praktisch gleich wie das  $a$  der plättchenförmigen Calcium-Aluminiumhydroxysalze<sup>1)</sup>,  $c$  kann bei letzteren je nach Anion und Wassergehalt beträchtlich variieren. Das Röntgendiagramm des nadeligen Chlorats zeigt eine auffallende Ähnlichkeit mit den Diagrammen von plättchenförmigen Verbindungen mit ungefähr gleichem  $c$ , z. B. dem Chromat ( $4 \text{ Ca(OH)}_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{CrO}_4$ ,  $m \text{ H}_2\text{O}$ ) (vgl. Fig. 1f). Die Struktur des nadeligen Chlorats scheint demnach derjenigen der plättchenförmigen Calcium-Aluminiumhydroxysalze näherzustehen als der Ettringitstruktur.

Ein Röntgendiagramm, das demjenigen des nadeligen Chlorats sehr ähnlich ist, erhielten wir auch von einem basischen Calcium-Aluminiumformiat, welches durch Umsetzen von festem Tricalciumaluminat  $3 \text{ CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mit 1-m. Calciumformiatlösung erhalten worden war. Nach *Foret* bildet sich bei einer so hohen Calciumformiatkonzentration ein nadeliges Formiat der Zusammensetzung  $3 \text{ CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $3 \text{ Ca(HCO}_2)_2$ ,  $30 \text{ H}_2\text{O}$ .

Diese zweite Gruppe von nadeligen Calcium-Aluminiumhydroxysalzen bedarf noch weiterer Abklärung. Es scheint jedoch, dass ihre Struktur zu derjenigen der plättchenförmigen in ähnlicher Beziehung steht, wie die Struktur der faserigen Hydroxysilikate zu derjenigen der plättchenförmigen, d. h., dass zwischen Bänder von Calciumhydroxyd Aluminium-, evtl. auch Calciumsalz eingelagert ist.

#### 4. Zusammenfassung.

1. Es wurden einige nadelige Calcium-Aluminiumhydroxysalze durch Mischen einer Lösung von Natriumaluminat und überschüssigem Natriumhydroxyd mit Calciumsalzlösung hergestellt und röntgenographisch identifiziert, nämlich das Sulfat, das Chromat, das Jodat  $5 \text{ CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{JO}_3)_2$ ,  $34 \text{ H}_2\text{O}$  und das Chlorat.

2. Dieses Jodat kristallisiert in einem, möglicherweise leicht deformierten, Ettringittyp. Es wird dies so gedeutet, dass das Gitter  $\text{JO}_4\text{H}''$ -Ionen enthält.

3. Das nadelige Chlorat besitzt eine vom Ettringit wesentlich verschiedene Struktur, die derjenigen der plättchenförmigen Calcium-Aluminiumhydroxysalze nahesteht. Das nadelige Formiat scheint eine dem Chlorat sehr ähnliche Struktur zu besitzen.

Der elektronenmikroskopische Teil der Untersuchung wurde durch Mittel aus den Arbeitsbeschaffungskrediten des Bundes ermöglicht.

Bern, Institut für anorganische, analytische und physikalische Chemie der Universität.

<sup>1)</sup> *W. Feitknecht* und *M. Gerber*, l. c., geben für a der plättchenförmigen Hydroxysalze den Wert  $3,33 \text{ \AA}$  an. Wie in einer späteren Mitteilung gezeigt werden soll, ist dieser Wert mit  $\sqrt{3}$  zu multiplizieren; a hat bei diesen Verbindungen den Wert  $5,76 \text{ \AA}$ .