

3. Beim Nickel, Kobalt und Cadmium wurden zudem sehr instabile basische Kupferhydroxydoppelchloride mit Doppelschichtenstruktur erhalten.

4. Die Gitterdimensionen dieser Verbindungen werden, soweit sie sich aus *Debye-Scherrer*-Diagrammen ableiten lassen, tabellarisch zusammengestellt.

Die elektronenmikroskopischen Untersuchungen wurden ermöglicht durch Mittel aus den *Arbeitsbeschaffungskrediten* des Bundes.

Bern, Institut für anorganische, analytische
und physikalische Chemie.

220. Über Doppelhydroxyde und basische Doppelsalze

von W. Feitknecht.

Mischphasen von Kupfer-Nickelhydroxychloriden¹⁾

bearbeitet von K. Maget.

(20. VI. 49.)

1. Einleitung.

In der vorausgehenden Arbeit wurde gezeigt, dass bei der Umsetzung von Kupferoxyd bzw. Kupfer und Sauerstoff in Metallchloridlösungen als stabile Phasen basische Doppelchloride entstehen, die annähernd die Zusammensetzung $3\text{Cu}(\text{OH})_2, \text{MeCl}_2$ haben. Sie sind isomorph mit Kupferhydroxychlorid $\text{II}\gamma$, dürften demnach Glieder einer kontinuierlichen Mischkristallreihe sein und ihre schon von *Mailhe*²⁾ festgestellte, annähernd einfach stöchiometrische Zusammensetzung ist auf den besonderen Bildungsmechanismus zurückzuführen. Neben dieser stabilen wurden noch weitere instabile Verbindungen gefunden. Am Beispiel der Kupfermagnesiumhydroxychloride wurde gezeigt, dass bei Verwendung anderer Herstellungsmethoden noch weitere stabile Krystallarten erhalten werden können. Es ist vorauszu sehen, dass dies auch bei anderen Systemen der Fall ist.

In der vorliegenden Arbeit wird über Versuche berichtet, die der weiteren Abklärung der Verhältnisse bei den Kupfer-Nickelhydroxychloriden dienen sollen. Dieses System erscheint besonders interessant, weil keines der 5 Hydroxychloride³⁾ des Nickels mit einem der Hy-

¹⁾ 8. Mitteilung über Doppelhydroxyde und basische Doppelsalze. 7. Mitteilung vgl. vorangehende Arbeit.

²⁾ *Mailhe*, Ann. chim. et phys. **27**, 362 (1902).

³⁾ *Feitknecht* und *Collet*, Helv. **22**, 1428 (1939).

droxychloride des Kupfers¹⁾ isomorph ist, obschon die Ionenradien dieser beiden Metalle fast gleich sind. Kupfer gibt nur Hydroxychloride der Zusammensetzung $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$ und $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$, während beim Nickel neben diesen auch noch andere Verhältnisse der Hydroxyl- und Chlorionen auftreten. Wir haben vorläufig davon abgesehen, zu untersuchen, wieviel Hydroxydoppelchloride mit verschiedenem Chloridgehalt existieren und die Bedingungen so gewählt, dass das Verhältnis Hydroxyl:Chlorionen annähernd 3:1 bzw. 1:1 war.

2. Mischphasen zwischen $\text{Ni}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ und $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$.

Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, dass sich bei erhöhter Temperatur in mittelkonzentrierten Nickelchloridlösungen ein Hydroxychlorid II wechselnder Zusammensetzung bildet, das im C-6-Typ kristallisiert²⁾. Unter ca. 1-m. Lösung entstanden, ist die Zusammensetzung genau $\text{Ni}_2(\text{OH})_3\text{Cl}^3)$. Auf Grund der Löslichkeit der Hydroxyde und der basischen Salze von Kupfer und Nickel und auf Grund der Erfahrungen, die bei der Umsetzung von Kupferoxyd mit Nickelchloridlösungen gesammelt wurden, ist vorauszusehen, dass beim Zufügen von Lauge zu Mischlösungen von Nickel- und Kupferchlorid zunächst alle Kupferionen ausfallen, bevor auch Nickelionen ausgeschieden werden.

Es wurde deshalb so vorgegangen, dass zu 1-m. Nickelchloridlösungen bestimmte Mengen 1-m. Kupferchloridlösungen zugefügt wurden. Zu diesen Mischlösungen wurden vorausberechnete Mengen 1-n. NaOH gegeben, und zwar so viel, dass die Endlösung ca. 0,75-m. an Nickelchlorid war. Durch Variation der Kupferchloridmenge wurden so Niederschläge mit steigenden Mengen an Kupferionen erhalten. Da sich nach früheren Erfahrungen Gleichgewichte unter Nickelchloridlösungen bei Zimmertemperatur nur sehr langsam einstellen, wurden bei den meisten Versuchen die Mischungen während mehreren Tagen auf 100° C erhitzt.

Zur Abklärung des Einflusses der Fällungstemperatur auf die Art des Fällungsproduktes, wurde mit jeder Mischlösung eine Fällung bei Zimmertemperatur und eine bei 100° C vorgenommen.

Bei der geschilderten Darstellungsmethode entstehen drei verschiedene Krystallarten. Schon bei einem Kupferionengehalt von 2,5 Atomprozent tritt die C-6-Struktur des reinen Nickelhydroxychlorides II nicht mehr auf. Im nickelreichen Gebiet, bis zu ca. 20 Atomprozent Kupfer, entsteht das Kupfer-nickelhydroxychlorid II $\delta^4)$ (Fig. 1c). Bei noch höheren Kupferionengehalten erhält man das Kupfernichelhydroxychlorid II γ (Fig. 1a). Die nickelreichen Glieder dieser Krystallart haben ein sehr stark fehlgeordnetes Gitter. Einige Male wandelten sich bei Zimmertemperatur gefällte Niederschläge bis zu einem Kupfergehalt von nur 5 Atomprozent beim Erhitzen in Produkte um, die ein dem Kupfernichelhydroxychlorid II γ sehr ähnliches Röntgendiagramm ergaben (Fig. 1b). Wir möchten diese, 5 bis ca. 20 Atomprozent Kupfer enthaltenden Festkörper als Kupfernichelhydroxychlorid II γ' bezeichnen und die Frage noch offen lassen, ob sie einer besonderen Krystall-

¹⁾ Feitknecht und Maget, Helv. **32**, 1639 (1949).

²⁾ Feitknecht und Collet, l. c.

³⁾ Feitknecht und Collet, Helv. **19**, 831 (1936).

⁴⁾ Feitknecht und Maget Helv. **32**, 1653 (1949).

art entsprechen oder einem fehlgeordneten und etwas verzerrten Kupfernickelhydroxychlorid $\text{II}\gamma$. Da die Reflexe des erstern diffus sind, erscheint der Übergang zu $\text{II}\gamma$ ein allmählicher.

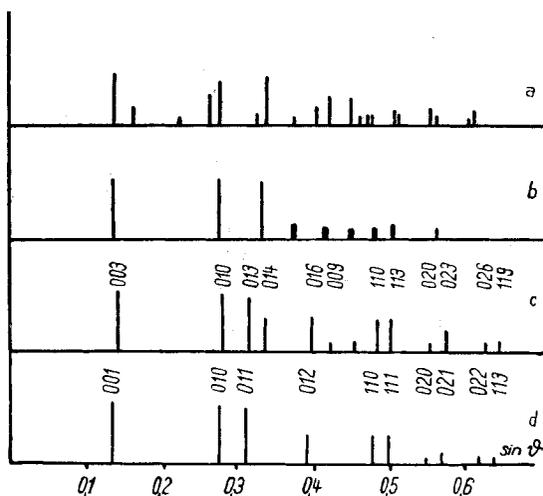


Fig. 1.

- a) Kupfernickelhydroxychlorid $\text{II}\gamma$,
- b) Kupfernickelhydroxychlorid $\text{II}\gamma'$,
- c) Kupfernickelhydroxychlorid $\text{II}\delta$,
- d) Nickelhydroxychlorid II.

Den Mechanismus der Bildung von Kupfernickelhydroxychlorid $\text{II}\delta$ haben wir röntgenographisch, durch Aufnahmen von Elektronenbeugungen und mit Hilfe des Elektronenmikroskopes etwas näher abzuklären versucht. Die Ergebnisse sind kurz zusammengefasst die folgenden. Bei der Fällung entstehen nebeneinander Kupferhydroxychlorid $\text{II}\gamma$ und stark fehlgeordnetes Nickelhydroxychlorid V. Das letztere wandelt sich bei 100°C in ca. ein bis zwei Stunden in das nadelige Nickelhydroxychlorid IV um. In Figur 2 ist das elektronenmikroskopische Bild eines Präparates, das sich in dieser Phase befindet, wiedergegeben. Neben den Nadeln des Nickelhydroxychlorides IV erkennt man die gleichachsigen Teilchen des Kupferhydroxychlorides $\text{II}\gamma$. Diese beiden Krystallarten reagieren im Verlaufe einiger Stunden miteinander unter Bildung des Kupfernickelhydroxychlorides $\text{II}\delta$, das sich in unregelmässigen, verschieden grossen, meist plättchenartig ausgebildeten Kryställchen ausscheidet (Fig. 3). In den nickelreichen Gebieten kann neben den obgenannten Zwischenprodukten auch noch Nickelhydroxychlorid II entstehen. In Figur 4 ist das elektronenmikroskopische Bild des Niederschlages mit 2,5 Atomprozent Kupfer nach mehrstündiger Alterung bei 100°C wiedergegeben. Man erkennt die gleichachsigen Teil-

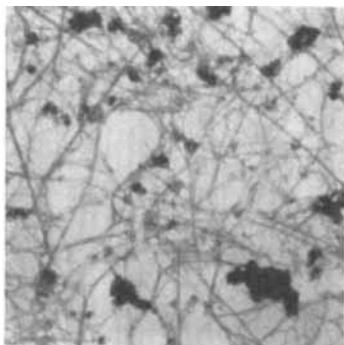
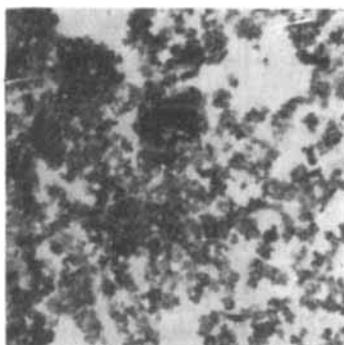
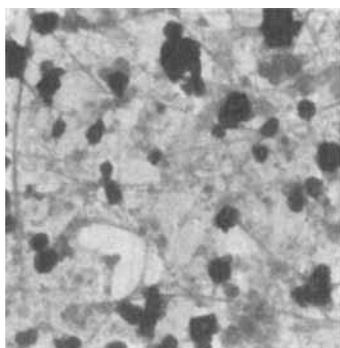
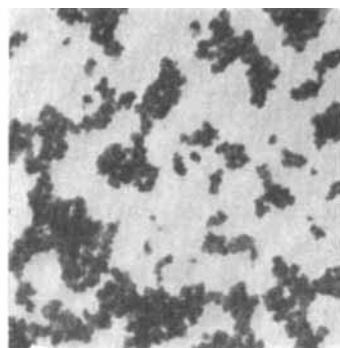
Fig. 2. $\times 14\,000$ Fig. 3. $\times 14\,000$ Fig. 4. $\times 21\,000$ Fig. 5. $\times 21\,000$

Fig. 2: Nickelhydroxychlorid IV (Nadeln) und Kupferhydroxychlorid II γ (gleichachsige Teilchen).

Fig. 3: Kupfernichelhydroxychlorid II δ .

Fig. 4: Kupferhydroxychlorid II γ (gleichachsige Teilchen), Nickelhydroxychlorid V (feindisperses Material), Nickelhydroxychlorid II (hexagonale Plättchen) und Nickelhydroxychlorid IV (Nadeln).

Fig. 5: Kupfernichelhydroxychlorid II γ' .

chen des Kupferhydroxychlorides $\text{II}\gamma$, das feindisperse Nickelhydroxychlorid V, die hexagonalen Plättchen von Nickelhydroxychlorid II und die Nadeln des Nickelhydroxychlorides IV.

Der Bildungsmechanismus des Kupfernickelhydroxychlorides $\text{II}\gamma'$ konnte nicht abgeklärt werden, da es nur gelegentlich und unter solchen Bedingungen auftrat, die in den meisten Fällen zu Kupfernickelhydroxychlorid $\text{II}\delta$ führten.

Die Resultate der Untersuchungen über die Zusammensetzung der Mischphasen sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1.

Herstellung	Kryst.-art	% Cu	% Ni	% Cl	% OH	Formel
Kalt gef., bei 100°C gealt.	$\text{II}\gamma$	54,1	2,8	15,8	22,9	$\text{Cu}_{1,89}\text{Ni}_{0,11}\text{Cl}_{0,99}(\text{OH})_{3,01}$
Kalt gef., bei 100°C gealt.		43,2	13,6	16,2	23,3	$\text{Cu}_{1,46}\text{Ni}_{0,51}\text{Cl}_{1,00}(\text{OH})_{3,00}$
Kalt gef., bei 100°C gealt.		34,4	22,5	17,1	23,3	$\text{Cu}_{1,17}\text{Ni}_{0,83}\text{Cl}_{1,04}(\text{OH})_{2,98}$
100°C gefällt und gealtert		30,9	24,3	16,3	22,8	$\text{Cu}_{1,08}\text{Ni}_{0,92}\text{Cl}_{1,02}(\text{OH})_{2,98}$
Kalt gef., bei 100°C gealt.		23,2	32,7	16,2	23,6	$\text{Cu}_{0,79}\text{Ni}_{1,21}\text{Cl}_{0,99}(\text{OH})_{3,01}$
100°C gefällt und gealtert		18,8	36,0	16,4	23,5	$\text{Cu}_{0,64}\text{Ni}_{1,36}\text{Cl}_{1,00}(\text{OH})_{3,00}$
Kalt gef., bei 100°C gealt.	$\text{II}\gamma'$	11,2	43,8	16,7	23,5	$\text{Cu}_{0,38}\text{Ni}_{1,62}\text{Cl}_{1,01}(\text{OH})_{2,99}$
Kalt gef., bei 100°C gealt.		4,9	49,6	18,3	20,5	$\text{Cu}_{0,17}\text{Ni}_{1,83}\text{Cl}_{1,12}(\text{OH})_{2,88}$
Kalt gef., bei 100°C gealt.		3,3	50,8	19,1	22,1	$\text{Cu}_{0,11}\text{Ni}_{1,89}\text{Cl}_{1,17}(\text{OH})_{2,83}$
100°C gefällt und gealtert	$\text{II}\delta$	10,7	43,5	16,2	23,2	$\text{Cu}_{0,37}\text{Ni}_{1,63}\text{Cl}_{1,00}(\text{OH})_{3,00}$
100°C gefällt und gealtert		5,1	50,9	18,4	23,4	$\text{Cu}_{0,17}\text{Ni}_{1,83}\text{Cl}_{1,10}(\text{OH})_{2,90}$
Kalt gef., bei 100°C gealt.		1,6	52,2	17,8	25,3	$\text{Cu}_{0,05}\text{Ni}_{1,95}\text{Cl}_{1,01}(\text{OH})_{2,99}$
Kalt gef., bei 100°C gealt.		1,4	53,7	15,3	24,5	$\text{Cu}_{0,05}\text{Ni}_{1,95}\text{Cl}_{0,92}(\text{OH})_{3,08}$

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, können im Kupfernickelhydroxychlorid $\text{II}\gamma$ bis ca. 70 Atomprozent der Kupferionen durch Nickelionen ersetzt werden. Heiss gefällt entstehen bis zu den höchsten Nickelionengehalten sehr rasch nur wenig fehlgeordnete Kryställchen von einigen Tausend Å Durchmesser. Kalt gefällt entstehen dagegen Produkte mit starker Fehlordnung, die auch nach längerer Alterung bei 100° C ein *Röntgen*-Diagramm mit diffusen Linien geben.

Das Kupfernickelhydroxychlorid $\text{II}\gamma'$ enthält zwischen 5 und 20 Atomprozent Kupfer. Die kupferärmeren Produkte haben einen, das stöchiometrische Verhältnis OH:Cl gleich 3:1 wesentlich überschreitenden Chlorionengehalt. Kupfernickelhydroxychlorid $\text{II}\gamma'$ bildet, wie aus Figur 5 ersichtlich, gleichachsige Kryställchen von ca. 0,1 μ Durchmesser, die, wie schon erwähnt, nach den *Röntgen*-Diagrammen zu schliessen ein stark gestörtes, atacamitähnliches Gitter haben. Ist die Deutung richtig, das Kupfernickelhydroxychlorid $\text{II}\gamma'$ nur ein fehlgeordnetes Kupfernickelhydroxychlorid $\text{II}\gamma$ ist, so heisst das, dass 95 Prozent der Kupferionen im Kupferhydroxychlorid $\text{II}\gamma$ durch Nickelionen ersetzbar sind.

Der Tabelle 1 kann ferner entnommen werden, dass der Kupferionengehalt des Kupfernichelhydroxychlorides $\text{II}\delta$ mindestens zwischen 20 bis 2 Atomprozent schwankt. Der Chlor- und Hydroxylionengehalt schwankt etwas um das Verhältnis 1:3, ohne dass sich vorläufig irgendwelche Regelmässigkeiten ergeben. Für diese Schwankungen scheinen kleine Unterschiede in der Herstellung verantwortlich zu sein, so sind z. B. die beiden letzten in der Tabelle angeführten Präparate verschieden ausgewaschen worden; das letzte mit Wasser, das zweitletzte mit einem Wasser/Aceton-Gemisch.

Das Röntgen-Diagramm des Kupfernichelhydroxychlorides $\text{II}\delta$ zeigt sehr grosse Ähnlichkeit mit demjenigen des Nickelhydroxychlorides II . Neben den, auf letzterem vorhandenen Linien treten noch einige Überstrukturlinien auf. Mit zunehmendem Nickelgehalt verschiebt sich das Intensitätsverhältnis etwas, indem der, dem 101-Reflex des Nickelhydroxychlorides II entsprechende Reflex an Intensität zu, die benachbarte Überstrukturlinie aber etwas abnimmt. Es darf also auf eine, dem Nickelhydroxychlorid II analoge Struktur geschlossen werden. Für den Schichtenabstand erhält man 5,44 Å, für den Metallionenabstand in den Schichten 3,17 Å.

Es fällt auf, dass zwischen 20 und 5 Atomprozent Kupfer zwei Krystallarten auftreten können. Davon kann nur eine stabil sein. Da in den meisten Fällen Kupfernichelhydroxychlorid $\text{II}\delta$ auftrat, scheint dieses die stabile zu sein und Kupfernichelhydroxychlorid $\text{II}\gamma'$ nur unter besonderen Bedingungen als metastabile Phase zu entstehen.

Bei der wechselnden Zusammensetzung von Kupfernichelhydroxychlorid $\text{II}\delta$ scheint es nicht angemessen, für dasselbe eine stöchiometrische Idealformel anzugeben, wenn auch die obere Grenze des Homogenitätsbereiches ungefähr einer Formel $4\text{Cu}(\text{OH})_{1,5}\text{Cl}_{0,5}$, $1\text{Ni}(\text{OH})_{1,5}\text{Cl}_{0,5}$ entspricht. Die Verhältnisse liegen bei dieser Krystallart durchaus analog wie bei vielen intermetallischen Phasen.

3. Mischphasen zwischen $\text{Ni}(\text{OH})\text{Cl}$ und $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$.

Die Hydroxychloride I von Nickel und Kupfer bilden sich nur, wenn sehr konzentrierte Lösungen bzw. Schmelzen der Hydrate der Chloride im Bombenrohr hydrolysiert werden¹⁾. Um abzuklären, wie weit die beiden ineinander mischbar sind und ob eventuell intermediäre Verbindungen auftreten, wurde so vorgegangen, dass Gemische von NiCl_2 , $2\text{H}_2\text{O}$ und CuCl_2 , $2\text{H}_2\text{O}$ bestimmter Zusammensetzung, total 10 g, mit je 1 g CuO im Bombenrohr erhitzt wurden.

In den Nickelchlorid-reichen Mischungen entstand nur ein hochdisperses Produkt, das das Röntgendiagramm von $\text{Ni}(\text{OH})\text{Cl}$ ergab. In den kupferchloridreichen Mischungen fiel ein gelbbraunes, grobkristallines Produkt aus, mit gleichem Gitter wie $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$. In Mischungen von mittlerem Gehalt an Kupfer- und Nickelchlorid entstanden Gemische der beiden Krystallarten. Diese waren schon mikroskopisch leicht nebeneinander zu erkennen. Verbindungsbildung zwischen den beiden einfachen Hydroxychloriden konnte nicht festgestellt werden.

¹⁾ Feitknecht und Collet, l. c.; Feitknecht und Maget, Helv. **32**, 1639 (1949).

Infolge der sehr verschiedenen Krystallgrößen konnten Mischungen der beiden Phasen durch Schlämmen mit absolutem Alkohol weitgehend in die Komponenten zerlegt werden. Dies gestattete, die Mischbarkeit recht genau zu ermitteln.

Zur Herstellung der analysenreinen Produkte wurden die Bodenkörper mit siedendem, absolutem Alkohol ausgewaschen und im Hochvakuum über Phosphorpentoxid getrocknet. Die Analyseergebnisse für eine Reihe von Präparaten sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2.

Herstellung	Kryst.-art	% Cu	% Ni	% Cl	Formel
CuO, NiCl ₂ , 2 H ₂ O	Ni(OH)Cl	3,4	49,5	31,8	Ni _{0,94} Cu _{0,06} Cl _{1,00} (OH) _{1,00}
CuO, 9 NiCl ₂ , 2 H ₂ O/ 1 CuCl ₂ , 2 H ₂ O	Ni(OH)Cl	5,1	47,9	31,5	Ni _{0,91} Cu _{0,09} Cl _{0,99} (OH) _{1,01}
CuO, 8 NiCl ₂ , 2 H ₂ O/ 2 CuCl ₂ , 2 H ₂ O	Ni(OH)Cl	5,7	47,1	32,3	Ni _{0,90} Cu _{0,10} Cl _{1,02} (OH) _{0,98}
CuO, 7 NiCl ₂ , 2 H ₂ O/ 3 CuCl ₂ , 2 H ₂ O	{ Ni(OH)Cl { Cu(OH)Cl	6,8	46,2	32,0	Ni _{0,88} Cu _{0,12} Cl _{1,01} (OH) _{0,99}
CuO, 2 NiCl ₂ , 2 H ₂ O/ 8 CuCl ₂ , 2 H ₂ O	{ Cu(OH)Cl { Ni(OH)Cl	45,7	8,7	31,1	Cu _{0,83} Ni _{0,17} Cl _{1,01} (OH) _{0,99}
CuO, 1 NiCl ₂ , 2 H ₂ O/ 9 CuCl ₂ , 2 H ₂ O	Cu(OH)Cl	46,8	7,6	30,8	Cu _{0,85} Ni _{0,15} Cl _{1,00} (OH) _{1,00}

Wie man sieht, unterscheiden sich die Werte der aus den Gemischen isolierten Präparate in beiden Fällen maximal um nur 2 Atomprozent von denen der angrenzenden reinen Komponenten. Da die mechanische Trennung nicht vollkommen durchgeführt werden konnte, wie mikroskopisch feststellbar war, ergibt sich, dass ungefähr 10 Atomprozent Nickel im Ni(OH)Cl durch Kupfer und 15 Atomprozent Kupfer im Cu(OH)Cl durch Nickel ersetzt werden können.

Änderungen der Gitterdimensionen konnten bei den von uns angewandten Kameran (57,4 mm Durchmesser) nicht festgestellt werden.

4. Zusammenfassung.

1. Im System Cu(OH)_{1,5}Cl_{0,5} – Ni(OH)_{1,5}Cl_{0,5} konnten drei Krystallarten festgestellt werden:

a) Kupferhydroxychlorid II γ ; in diesem sind stabil bis ca. 70 Atomprozent der Kupfer- durch Nickelionen ersetzbar. Metastabil ist, unter Verzerrung des Gitters bei gleichzeitiger starker Fehlordnung, sogar ein Ersatz von 95 Atomprozent der Kupferionen möglich.

b) Kupfernichelhydroxychlorid II δ ist die zwischen ca. 20 und 2,5 Atomprozent Kupfer stabile Krystallart. Sie besitzt ein ähnliches Gitter wie Nickelhydroxychlorid II.

c) Nickelhydroxychlorid II; in diesem sind die Nickelionen praktisch nicht durch Kupferionen ersetzbar.

2. Im System $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl} - \text{Ni}(\text{OH})\text{Cl}$ treten nur zwei Krystallarten auf:

a) $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$, in dem ca. 15 Atomprozent der Kupfer- durch Nickelionen ersetzbar sind,

b) $\text{Ni}(\text{OH})\text{Cl}$, in dem ca. 10 Atomprozent der Nickel- durch Kupferionen ersetzbar sind.

Die elektronenmikroskopischen Untersuchungen wurden ermöglicht durch Mittel aus den *Arbeitsbeschaffungskrediten des Bundes*.

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

221. Über die Wirkung eines mit radioaktivem ^{35}S indizierten 2-(p-Aminophenyl)-thiazols auf Kulturen von Tuberkelbazillen III

von H. Erlenmeyer, H. Noll und E. Sorkin.

(20. VI. 49.)

Wir haben in einer vorangegangenen Mitteilung¹⁾ über Versuche, in denen 2-(p-Aminophenyl)-thiazol (APT) auf Kulturen von BCG in Gegenwart von Serum zur Einwirkung kam, berichtet. Wie wir fanden, wird bei einer Versuchsdauer von 16 Tagen bei einer Konzentration von 10^{-4} Mol. APT/l und in Gegenwart von 10% Serum in der Nährlösung von den Bakterien eine $0,035 \gamma \pm 20\%$ APT/mg Bakterien Trockengewicht entsprechende Menge von ^{35}S aufgenommen. Mit dieser Aufnahme ist jedoch keine Hemmung des in Form einer Tiefenkultur erfolgten Wachstums der Bakterien verbunden.

Dieser Befund ist insofern von Bedeutung, als bei Oberflächen-Kulturen in Nährlösungen ohne Zusatz von Serum bereits mit einer Aufnahme von einer ca. 7mal kleineren Menge von radioaktivem Schwefel — d. i. entsprechend $0,005 \gamma$ APT/mg Bakterien Trockengewicht — eine wachstumshemmende Wirkung verbunden ist.

Wir berichten im folgenden über eine Reihe von weiteren Versuchen, die unternommen wurden, um die Verhältnisse bei dieser Wechselwirkung zwischen APT und Bakterien näher zu analysieren.

I. Oberflächen-Kulturen in serumhaltiger Nährlösung.

Inokuliert man Nährlösungen, die 10% Serum enthalten, mit Tuberkelbazillen derart, dass kleine Stücke einer Kultur vorsichtig auf die Oberfläche gesetzt werden, so wächst ein solches Inokulum

¹⁾ 1. Mitteilung siehe H. Noll, E. Sorkin und H. Erlenmeyer, *Helv.* **32**, 609 (1949) und 2. Mitteilung siehe H. Erlenmeyer, H. Meyer, H. Noll und E. Sorkin, *Helv.* **32**, 1209 (1949). Über experimentelle Einzelheiten siehe Diss. H. Noll, Basel 1949.