

Konzentrationen wird sie überhaupt nicht vom Aluminiumoxyd aufgenommen. Im großen und ganzen verlaufen die Kurven wie die Orange-Kurve 4, wobei sich erstere auf  $n/1000$ , letztere auf  $m/10000$  beziehen, d. h. ein Mol adsorbierter Säure wird durch etwa  $1/10$  Mol Orange ausgetauscht. Beim Verschieben der Kurve bis zur Berührung mit den anderen erhält man für die mittleren Mengen an Säure den genauen Wert, der natürlich nur bei dem Austausch gegen eine  $m/100$  Orangefärbung wie im vorliegenden Falle gültig ist.

Die vorliegende Methode ist nicht auf wäßrige Lösungen beschränkt. Bei einer  $n/1000$  Stearinsäure in Alkohol z. B. erhält man Werte, die fast der Essigsäurekurve 1 entsprechen.

Die Methode, die auch auf gefärbte Lösungen anzuwenden ist, — falls der Farbstoff nicht vom Aluminiumoxyd aufgenommen wird oder, wenn er aufgenommen wird, nicht eluiert wird, — versagt in Gegenwart von Salzen schwacher Basen wie der Alkaloide. Bekanntlich werden durch Aluminiumoxyd aus Alkaloidsalzen die Basen in Freiheit gesetzt, die man titrieren kann, was eine elegante Bestimmungsmethode ergibt<sup>7)</sup>. Die Anionen werden dabei vom Aluminiumoxyd adsorbiert und können gegen Orange ausgetauscht werden. Derart ist eine indirekte Bestimmung von Alkaloidsalzen auch bei geringen Mengen möglich. Die Ausschläge des Kolorimeters z. B. für eine  $n/1000$  Chininhydrochlorid-Lösung in

<sup>7)</sup> K. W. Merz u. R. Franck, Arch. Pharmaz. 275, 345 [1937]; F. Reimers, K. R. Gottlieb u. V. A. Christensen, Quart. J. Pharm. Pharmacol. 20, 99 [1947].

55proz. Alkohol liegen höher als für eine  $n/1000$  wäßrige Salzsäure, man muß daher eine spez. Eichkurve aufstellen. Es lassen sich unter den hier gegebenen Bedingungen noch etwa 0,4 mg Chininhydrochlorid erfassen.

Neutralsalze: Es zeigte sich, daß bei  $n/1000$  Essigsäure in Gegenwart von  $m/100$  Natriumchlorid, Natriumsulfat und Natriumacetat dieselben Werte wie in reinem Wasser gefunden wurden. Bei  $n/1$  Natriumchlorid, Natriumsulfat, Natriumacetat, Calciumchlorid und  $n/100$  Calciumchlorid tritt eine Anomalie auf: Durch die in der Vorschrift angegebenen  $5 + 10$  cm<sup>3</sup> Wasser wird der überschüssige nicht gegen Säure ausgetauschte Farbstoff nicht vollständig von der Säule herunter gewaschen. Durch Waschen mit mehr Wasser bei Anwendung einer kürzeren Säule oder durch Einführung von Natronlauge unterhalb der eigentlichen, der Säure entsprechenden, Orangezone läßt sich aber diese Störung beseitigen. Es muß natürlich eine besondere Eichkurve aufgestellt werden.

Statt alkalifreiem Aluminiumoxyd kann man im Prinzip auch basisches Aluminiumoxyd verwenden, dessen Aufnahmevermögen für Säuren schon von Schwab und Jockers<sup>8)</sup> beschrieben wurde. Die Methode wird aber weniger empfindlich, da die Kurven bei kleinen Mengen Säure noch steiler als beim alkalifreien Aluminiumoxyd abfallen. Die bekannten Handelspräparate ergeben beim Eluieren mit Natronlauge ein trübes Filtrat.

Eingeg. am 21. Februar 1951

[A 348

<sup>8)</sup> G. M. Schwab u. K. Jockers, diese Ztschr. 50, 550 [1937].

## Versammlungsberichte

### Erweitertes chemisches Kolloquium der Universität Rostock

am 3./4. Febr. 1951 anlässlich der Einweihung des neuen großen Hörsaals  
des Chemischen Institutes der Universität

W. LANGENBECK, Rostock: Zur Theorie der Apofenzyme<sup>1)</sup>.

Seit Entdeckung der Cozymase durch Harden und Young 1904 hat man fünf Typen von Cofermenten gefunden, die teils nach der Art von Covalenzkatalysatoren wirken, teils durch Wertigkeitswechsel des zentralen Eisenions. Die Aktivierung der Cofermente durch die Apofenzyme wird parallel gesetzt der Wirkung aktivierender Gruppen in synthetischen organischen Katalysatoren. Als aktivierende Gruppen der Apofenzyme werden die Reste betrachtet, die in den natürlichen Aminosäuren mit dem Rest des Alanins verknüpft sind. Die aktivierende Wirkung wird durch die Proteinmoleküle des Apofenments übertragen, wobei als übertragendes System die kristallähnlich geordneten Polypeptidketten dienen. Die Proteinmoleküle gehören nach Wirtz zu den kooperierenden H-Brückensystemen, von denen mehrere mesomere Grenzformeln denkbar sind. Die von Wirtz angenommenen beiden Grenzformeln lassen sich noch um mindestens zwei weitere vermehren, bei denen die H-Brücken längs der Polypeptidketten verlaufen. Die aktivierenden Gruppen stellen den für die katalytische Wirkung geeigneten mesomeren Zwischenzustand ein.

Die aktivierende Wirkung wird vom Apofement zum Coferment über van der Waalsche Bindungen (Dispersionskräfte) übertragen, wofür G. Scheide Modellversuche beibrachte. Endlich findet die Übertragung auf die aktive Gruppe des Coferments über die aromatisch-heterocyclischen Kerne des Coferments statt.

In mehreren Fällen hat sich durch chemische Veränderung aktivierender Gruppen von Fermenten eine Veränderung der katalytischen Wirkung erzielen lassen. Am wichtigsten sind die Dehydrierung der Thiolgruppen bei einigen Hydrolasen (Bersin) und die Acetylierung von p-Oxyphenyl-Gruppen des kristallinen Pepsins (Herriot). Diese Versuche bilden für die Theorie der aktivierenden Gruppen eine starke Stütze.

E. THILO, Berlin: Wege zu einer Strukturchemie der Silicate<sup>2)</sup>.

K. F. JAHR, Berlin: Kryoskopische Titrationen in Glaubersalzsäuremischungen. (Untersuchungen mit R. Kubens).

R. Löwenherz entdeckte 1895, daß Umwandlungspunkte von Salzhydraten, z. B. der von Glaubersalz, durch einen in ihrer Schmelze in geringer Konzentration gelösten Fremdstoff nach dem Raoult'schen Gesetz erniedrigt werden.

So beträgt die molekulare Erniedrigung des Umwandlungspunktes, bezogen auf 1000 g Glaubersalz, 3,25°. Salze, die in gesättigten Lösungen oder Schmelzen von Salzhydraten gelöst werden, erweisen sich als vollständig dissoziiert. Vorteile der „Salzkryoskopie“ sind:

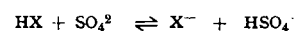
- 1) Die Extrapolation der für endliche Konzentrationen gemessenen Werte der molekularen Depressionskonstanten  $K$  auf den Grenzwert  $K$  ( $c=0$ ) für unendliche Verdünnung ist bequemer und genauer durchführbar, da sich  $K$  mit zunehmender Konzentration nur wenig und zumeist linear verändert.
- 2) In Glaubersalz verhalten sich die Natriumsalze einbasiger Säuren und die Sulfate zweibasiger Basen wie undissoziierte Stoffe; denn sie dissoziieren vollständig in je 1 kryoskopisch wirksames (z. B.  $\text{Cl}^-$  bzw.  $\text{Cu}^{2+}$ ) und unwirksames ( $\text{Na}^+$  bzw.  $\text{SO}_4^{2-}$ ) Teilchen. Bei ihnen erübrigt sich daher die in rein wäßriger Lösung oft so schwierige rechnerische Berücksichtigung der Dissoziation.
- 3) In den gleichen Fällen führt die Verminderung der kryoskopisch wirksamen Teilchen zugleich zu größerer Sicherheit in der Entscheidung zwischen verschiedenen denkbaren Molekulargewichten.

<sup>1)</sup> Vgl. diese Ztschr. 62, 85, 385 [1950].

<sup>2)</sup> Vgl. den ausführlichen Aufsatz in diesem Heft, diese Ztschr. 63, 201 [1951].

Ziel der Untersuchungen mit R. Kubens war das Studium des Verhaltens der Säuren in gesättigten Glaubersalzlösungen. Nach Schilderung der Versuchstechnik zeigt Vortr. Diagramme der kryoskopischen Titrationen von starken Säuren mit starken Basen und umgekehrt, von Salzen schwacher und mittelstarker Säuren mit Schwefelsäure sowie von primärem Natriumphosphat bzw. -arsenat mit Natronlauge. Bei den letztgenannten Versuchen wird immer dann eine anomale Erhöhung der molaren Depressionskonstanten beobachtet, wenn im Verlauf der Titration  $\text{HPO}_4^{2-}$  bzw.  $\text{HAsO}_4^{2-}$ -Ionen entstehen. Als Ursache wurde der Einbau der Ionen in das Gitter des auskristallisierenden Glaubersalzes ermittelt. Die Mischkristalle haben andere thermodynamische Eigenschaften als das reine Glaubersalz, so daß die Grundvoraussetzung jeder Kryoskopie, ein von der Zusammensetzung unabhängiger Bodenkörper, nicht mehr erfüllt ist und sinnvolle Ergebnisse nicht erwartet werden können.

Qualitativ ergab sich, daß starke Säuren in der Glaubersalzsäure vollständig dissoziieren und daß die Dissoziation schwacher Säuren mit  $K_d \geq 10^{-5}$  kryoskopisch nicht mehr feststellbar ist. Die aus den Messungen berechneten Dissoziationsgrade der mittelstarken Phosphor- und Arsensäure ließen erkennen, daß die Säuren in der Glaubersalzsäure etwa viermal stärker dissoziiert sind als in reinem Wasser. Dies gilt als allgemein und ergibt sich daraus, daß sich die Säuren in gesättigter Glaubersalzlösung mit den Sulfationen gemäß



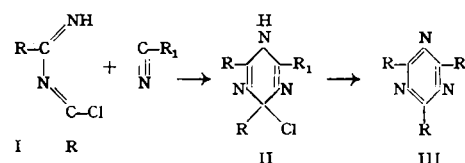
umsetzen, und man kann berechnen, daß die  $[\text{H}^+]$  der Glaubersalz-Lösungen bei der Umwandlungstemperatur 32,38° durch die Beziehung

$$[\text{H}^+] = 4 \cdot 10^{-5} \cdot [\text{HSO}_4^-]$$

mit der Hydrogensulfat-Ionen-Konzentration verbunden ist.

CH. GRUNDMANN, Berlin: Über den Mechanismus der Bildung von Triazinen.

Bei der Bildung von Triazinen durch Polymerisation von Nitrilen vermittels Halogenwasserstoffsäuren treten Zwischenprodukte von der Zusammensetzung 2 Mol Nitril-1 Mol HCl auf. Diese sind als Imidchloride (I) aufzufassen:



Im weiteren Verlauf der Polymerisation reagiert dieses Imidchlorid mit einer dritten Molekel Nitril nach Art einer Dien-Synthese. Das entstehende chlor-haltige Zwischenprodukt (II) ist unbeständig und stabilisiert sich unter Abspaltung von HCl zum 1-3-5-Triazin (II). Diese Auffassung des Reaktionsmechanismus erklärt, daß man leicht unsymmetrisch substituierte Triazine erhalten kann durch Mischpolymerisation von 2 Nitrilen, wobei nur eine Komponente an sich zur Triazin-Bildung fähig zu sein braucht. Die so gegebenen Darstellungsmöglichkeiten für Triazine sollen zur Darstellung der einfachen Abkömmlinge dieses Ring-systems, die meist noch unbekannt sind, benutzt werden. Aus 2,4-Bis-trichlormethyl-6-methyl-triazin-1,3,5 konnte durch Enthalogenierung das lange vergeblich gesuchte 2,4,6-Trimethyl-triazin-1,3,5 vom Fp 56° dargestellt werden.

G. JANDER, Greifswald: Zur konduktometrischen Bestimmung des Ammoniaks und der Phosphorsäure in Ammoniumsalzen und künstlichen Düngemitteln. (Nach Versuchen von Fr. Dr. Gensch).

Es wird die konduktometrische Ammoniak-Bestimmung in Ammoniumsalzen bes. im Hinblick auf ihre Genauigkeit bei verschiedenen Konzentrationen eingehend besprochen. Außerdem wird die Möglichkeit der gleichzeitigen Phosphorsäure-Bestimmung nachgewiesen.

Die gleichzeitige quantitative Bestimmung des Ammoniaks und der Phosphorsäure durch eine einzige konduktometrische Titration mit Natronlauge ist nicht nur bei reinen Substanzen, sondern auch bei technischen Düngemittelproben bzw. in Gegenwart gewisser Fremdstoffen möglich. Die graphische Darstellung der Titration einer schwach mit HCl angesäuerten wässrigen Auflösung läßt durch Knickpunkte im Kurvenverlauf deutlich die Überführung des  $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$  in  $\text{Na}(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$  (als Maß der Phosphorsäure) erkennen und ebenso (als Maß für den Ammoniak-Gehalt) die anschließende Verdrängung des Ammoniaks aus dem  $\text{Na}(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$  und den anderen etwa noch anwesenden Ammonsalzen.  $\text{Ca}^{2+}$ -Ionen müssen abwesend sein<sup>3)</sup>.

Von den im Handel üblichen Düngesalzen und Mischdüngern sind die folgenden hinsichtlich ihres Ammoniak- und Phosphorsäure-Gehaltes nach der beschriebenen konduktometrischen Methode in etwa 30 bis 40 min analysiert worden: salzsaures Ammoniak  $(\text{NH}_4)\text{Cl}$ , schwefelsaures Ammoniak  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , Ammonsalpeter  $(\text{NH}_4)_2\text{NO}_3$ , Kalkammonsalpeter  $(\text{NH}_4)_2\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$ , Ammonphosphat  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , Leunaphos  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , Nitrophoska, kalkhaltig<sup>4)</sup>, Nitraphoska +  $\text{CaCO}_3$  und Hakaphos  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{KNO}_3 + \text{Harnstoff}$ .

Genauigkeit für den Ammoniak- und Phosphorsäure-Gehalt in technischen Düngemittelproben:

<sup>3)</sup> Vgl. G. Jander u. Ch. Gensch, Z. analyt. Chem. 128, 468 ff. [1948]; 130, 200 [1950].

<sup>4)</sup> Genaue Ergebnisse nur für den Ammoniak-Gehalt.

	Genauigkeit f. den Ammoniak-Gehalt	Genauigkeit für den Phosphorsäure-Gehalt
Ammoniumchlorid .....	0,13%	
Ammoniumsulfat .....	0,034%	
Ammoniumnitrat .....	0,14%	
Diammoniumphosphat .....	0,07%	0,075%
Kalkammonsalpeter .....	0,14%	
Nitrophoska, kalkhaltig .....	0,055%	
„Leunaphos“ .....	0,07%	0,17%
„Hakaphos“ .....	0,32%	0,145%

G. RIENÄCKER, Rostock: Hydrierungsaktivität von Nickel-, Eisen- und Kobalt-Mischkatalysatoren.

Unter Mitarbeit von S. Unger und K. Ihde (+) wurde die Hydrierungsaktivität von Nickel-, Eisen-, Kobalt- und Kupfer-Katalysatoren und der Mischkatalysatoren Ni-Fe, Ni-Co und Ni-Cu untersucht. Die Katalysatoren wurden durch Reduktion der pulverigen Oxyde bzw. Oxygemische mit  $\text{H}_2$  hergestellt, als Testreaktion wurde die Hydrierung des Benzols zu Cyclohexan in der Gasphase (100–210°C) benutzt. Eingehend wurde die Abhängigkeit der Aktivität von der Reduktionstemperatur und von der Überhitzung während der Hydrierung geprüft. Unter den angegebenen Bedingungen sind Ni und Co aktiv, Fe und Cu inaktiv. Zuschläge von Fe zum Ni wirken verstärkend und steigern auch die Hitzebeständigkeit der Katalysatoren; Co wirkt, im ganzen gesehen, aktivitätserhaltend, Cu wirkt abschwächend. Erörterung von Zusammenhängen mit der Struktur (Röntgenaufnahmen). Die Einflüsse der Zuschläge auf die Größe der Oberfläche der Pulverkörner und auf Reaktionsverlauf und Produkte der Reduktion der Ausgangs-Oxydmischungen sollen in weiteren Untersuchungen geklärt werden. Hinweis auf den Einfluß von Fe-Zusätzen auf Raney-Nickelkatalysatoren. L. [VB 271]

## Physikalische Gesellschaft Württemberg-Baden-Pfalz

Tübingen, am 3. und 4. März 1951

G. MÖLLENSTEDT und F. LEONHARD, Tübingen-Mosbach: Spektrometrie von Elektroneninterferenzen. (Vorgetr. von F. Leonhard).

Die Spektrometrie der üblichen Ringe der Elektroneninterferenz-Diagramme ist für die absolute Bestimmung der Intensität der Linien von Bedeutung, aus der sich der Strukturfaktor und die Formamplitude berechnen. Aus dem Interferenzbild vom Beschuß von 100 Å dicken Folien mit 50 kV Elektronen wurde ein Streifen ausgeblendet und die Elektronenintensität der Linien mittels Faraday-Käfig gemessen. Mit elektrostatischen oder magnetischen Zylinderlinsen gelang es, die Energieverteilung in den einzelnen Linien zu bestimmen. Der Anteil der verzögerten Strahlung ist bei den unter großen Winkeln gestreuten Elektronen größer als bei den unter kleinem Winkel gestreuten. Die Anwendung der Methode auf die Analyse der Kikuchi-Bänder ist geplant.

G. MÖLLENSTEDT und O. RANG, Tübingen-Mosbach: Elektronenoptische Geschwindigkeitsfilter. (Vorgetr. von G. Möllenstedt).

Elektronen erleiden beim Durchtritt durch Materie durch Umlenkung an Kernen und Elektronenwechselwirkung Energieverluste, so daß die Aufgabe entsteht, zu untersuchen, wie ein Interferenzdiagramm aussieht, wenn nur elastisch gestreute Elektronen mitwirken. Infolge dieser Wechselwirkung treten auch in der Elektronenmikroskopie in Primärstrahlung unelastisch gestreute Elektronen auf. Wenn sie auch das Auflösungsvermögen nicht heruntersetzen, weil die Energieverluste diskret ( $\sim 20$  V) und die Streueffekte zu klein sind, so wird doch der Kontrast sehr verschlechtert. Es wurde daher nach Filteranordnungen gesucht, die die unelastisch gestreuten Elektronen wegfiltren. Es ist zweckmäßig, dies durch Einbau besonders geformter Linsen zu tun, denn jede Elektronenlinse wirkt, wie man sich leicht am Hohlstrahlbild klar machen kann, als Filter. Linsen mit hoher Sattelfläche zeigen aber starke Verzeichnung, so daß es nötig ist, genau im Gebiet größter Brechkraft zu arbeiten, wo dieser Linsenfehler am kleinsten ist. An eindrucksvollen Bildern wurde demonstriert, daß durch Filterlinsen eine beträchtliche Kontraststeigerung erreicht werden kann.

H. NEFF, Karlsruhe: Das kontinuierliche Röntgenspektrum zwischen 1 und 2 kV.

Mit einem Vakuumgitterspektrographen wurde das kontinuierliche Röntgenspektrum zwischen 1 und 2 kV untersucht. Der Nachweis geschah durch ein Zählrohr. Während bei Kohlenstoff als Antikathode kein Bremsspektrum beobachtet wurde, überlagerte sich bei den verschiedenen untersuchten Metallen dem Untergrund ein deutliches Bremsspektrum. Da es sich um klassische Streuung handelte, konnte der Untergrund leicht eliminiert werden. In Abhängigkeit von der Frequenz, mit der erregenden Spannung als Parameter, ergaben die Energiekurven in Übereinstimmung mit der Kulenkampfschen Theorie Geraden. Jedoch zeigte sich bei den verschiedenen Metallen nicht ganz die geforderte Proportionalität mit der Ordnungszahl Z. Die Abschirmung durch die Hüllenelektronen muß also noch in die Z-Abhängigkeit der Verteilungsfunktion aufgenommen werden.

W. LUCK, Tübingen: Quantitative Absorptionsuntersuchungen an der sichtbaren Bande der Brom- und Jod-Dämpfe.

Um die in der Literatur herrschende Unsicherheit über den Extinktionskoeffizienten von Brom und Jod zu klären, wurde die Druckabhängigkeit des Extinktionskoeffizienten im Bereich der sichtbaren

Banden erneut untersucht. Außer dem Eigendruck wurden der Fremdgasdruck sowie die Schichtdicke variiert. Es gelang so den Einfluß der Linienstruktur auf den Extinktionskoeffizienten nachzuweisen. Die Linienverbreiterung hängt linear von Eigen- und Fremdgasdruck sowie von der Doppler-Verbreiterung ab. Die verschiedenen in der Literatur beobachteten Druckabhängigkeiten konnten so reproduziert werden. Auch die Übereinstimmung mit der gegebenen Theorie ist befriedigend.

H. STATZ, Stuttgart: Über Oberflächenzustände von Elektronen in Gittern des Diamanttyps.

Bei der Berechnung eines eindimensionalen Kristalles treten die Niveaus der Atome im Inneren zu Bändern zusammen, während die Randatome von den Bändern getrennte Eigenwerte ergeben, die sich exponentiell gedämpft ins Innere fortsetzen. Da jedoch die Zahl der Elektronen gleich der Zahl der im Bande möglichen Zustände plus den Randzuständen ist, sind im Isolator alle Zustände besetzt und eine Oberflächenleitfähigkeit somit ausgeschlossen. Trägt man andererseits die Energieniveaus in Abhängigkeit von der Gitterkonstante auf, so können sich zwei Bänder kreuzen. Hierbei tritt aus jedem Band ein Zustand aus. Diese bilden ein aus zwei Niveaus gebildetes Zwischenband, das zu einer Oberflächenleitfähigkeit Anlaß gibt, wenn das untere Band besetzt, das obere aber leer war. Die hiernach beim Diamant geforderte Oberflächenleitfähigkeit ist aber nicht zu finden. Eine neuerliche rechnerische Untersuchung nach der Zellenmethode am zwei- und drei-dimensionalen Kristall zeigte, daß das Oberflächenband nur aus dem leeren Band austritt und die Oberflächenzustände nur virtuell sind. Die Oberflächenzustände sind also nur mit Vorsicht zur Erklärung der Erscheinungen an Isolatoren und Halbleitern heranzuziehen.

A. FAESSLER, Freiburg: Röntgenspektroskopische Untersuchungen der Valenzelektronensphäre.

Die K-Linien der Röntgenspektren der Elemente der zweiten Periode liegen im Gebiet von 3 bis 10 Å. Ihre Anregung durch Elektronen geringer Energie stößt auf Schwierigkeiten, da die Strahlung dann nur aus dünnen Schichten austritt. Sie wird daher am zweckmäßigsten mit primärer Röntgenstrahlung angeregt. In der Sekundärstrahlung erhält man dann ein scharfes  $K\alpha_1$ ,  $K\alpha_2$ -Dublett, dessen von der Wertigkeit des Atoms abhängende Lage bei einer Reihe von Schwefel-Verbindungen untersucht worden ist.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , das sowohl 6- als auch 2-wertig gebundenen Schwefel enthält, zeigte wie erwartet zwei  $K\alpha$ -Dubletts. Bei den Polythionaten konnte der Einbau von 2-wertigem Schwefel am Intensitätsverhältnis der Dubletts genau verfolgt werden. Diese scharfe Trennung der verschiedenen Valenzen tritt jedoch nicht immer auf. Ringverbindungen, in denen man 2- und 4-wertigen Schwefel annehmen muß, zeigen nur ein Dublett für einen ungefähr 3-wertigen Schwefel, was einen Ausgleich der Ladungen anzeigt. Ein starrer Valenzstrich scheint hier nicht gerechtfertigt. Untersucht wurde weiterhin  $\text{MgS}$ ,  $\text{CaS}$ ,  $\text{SrS}$  und  $\text{BaS}$ .  $\text{CaS}$  zeigte bei verschiedener Provenienz Dubletts bei verschiedenen Wellenlängen, obwohl es sich um einheitliche Substanzen handelte, die trotz einwandfreier chemischer und kristallographischer Untersuchung keinen Unterschied aufwiesen. Zur Kontrolle sind weitere Versuche geplant, bei denen auch die  $K\beta$ -Linien vermessen werden sollen.