

Zeitschrift

für

Anorganische Chemie.

Begründet von **Gerhard Krüss.**

Unter Mitwirkung von

M. BERTHELOT-Paris, C. W. BLOMSTRAND-Lund, B. BRAUNER-Prag,
F. W. CLARKE-Washington, A. CLASSEN-Aachen, P. T. CLEVE-Upsala,
A. COSSA-Turin, W. CROOKES-London, A. DITTE-Paris, W. GIBBS-
Newport, W. HEMPEL-Dresden, J. H. VAN'T HOFF-Berlin, S. M. JÖRGENSEN-
Kopenhagen, K. KRAUT-Hannover, G. LUNGE-Zürich, J. W. MALLET-
Virginia, D. MENDELEJEFF-St. Petersburg, V. MEYER-Heidelberg, L. MOND-
London, W. NERNST-Göttingen, L. F. NILSON-Stockholm, A. PICCINI-
Florenz, H. W. BAKHUIS ROOZEBOOM-Leiden, H. E. ROSCOE-London,
K. SEUBERT-Hannover, W. SPRING-Lüttich, G. TAMMANN-Dorpat, T. E.
THORPE-London, CL. WINKLER-Freiberg und anderen Fachgenossen

herausgegeben von

Richard Lorenz

Professor für Elektrochemie am eidg. Polytechnikum in Zürich.

Sonder-Abdruck.

Hamburg und Leipzig.
Verlag von Leopold Voss.



Die Hydrate des Magnesiumplatincyanürs und deren Löslichkeit.

Von

HELLMUTH BARON BUXHOEVDEN und G. TAMMANN.

Mit 1 Figur im Text.

Erwärmt man die schönen roten Krystalle des Magnesiumplatincyanürs, welche prachtvoll grünen Oberflächenglanz besitzen, unter ihrer schwach gelblich gefärbten gesättigten Lösung, so beginnt bei 45.5° die Umwandlung der roten Krystalle in lange gelbe Nadeln mit bläulichem Oberflächenschimmer. Schon bei 46.5° bilden sich neben den roten und gelben Krystallen noch hellgrüne, in welche mit der Zeit die anderen sich umwandeln. Schneller vollzieht sich diese Umwandlung bei einer Temperatursteigerung. Erwärmt man weiter, so beginnen bei 87° die hellgrünen Krystalle sich langsam in weisse zu verwandeln. Steigt die Temperatur langsam im Laufe einer Stunde von $87-98^{\circ}$, so erhalten sich die ganze Zeit über die hellgrünen und weissen Krystalle neben einander. Erst bei 98° verschwinden die hellgrünen rasch. Im Temperaturintervall von $20-100^{\circ}$ treten unter den gesättigten Lösungen des Magnesiumplatincyanürs vier verschiedene Arten von Hydraten auf, welche sich durch ihre lebhaftere Färbung von einander unterscheiden.

Man könnte dieses Salz als ein sehr geeignetes Vorlesungsdemonstrationsobjekt benutzen, um an jene Erscheinungen die Diskussion der Löslichkeitskurve zu knüpfen.

Bei der Feststellung der Löslichkeitskurve ergab sich unerwartet etwas Neues. Soviel bisher an zahllosen Beispielen bekannt, krystallisiert ein Hydrat aus seiner Lösung immer mit einer Quantität Wasser, welche sich zu der des festen Salzes verhält, wie es das Gesetz der multiplen Proportionen fordert. Nun ergab sich, daß die Krystalle des Magnesiumplatincyanürs, welche man zwischen

0—40° aus der gesättigten Lösung erhält, wechselnde Zusammensetzung besitzen, die zwischen ca. $\text{MgPtCy}_4 + 6.9\text{H}_2\text{O}$ und $6.6\text{H}_2\text{O}$ schwankt. Je niedriger die Temperatur, um so größer ist der Wassergehalt der aus der gesättigten Lösung erhaltenen Krystalle. Diese Krystalle wechselnder Zusammensetzung sind vollkommen durchsichtig, also homogen. In ihnen erblickt man die Realisierung des Ideals eines homogenen, krystallisierten Stoffes, wie es sich vor 100 Jahren C. L. BERTHOLLET dachte.

1. Zur Darstellung des Magnesiumplatincyanürs geht man von dem Kaliumplatincyanür aus, welches man am besten nach CLAUS¹ darstellt. Die Verfahren von GMELIN und MARTINS geben eine viel geringere Ausbeute. Aus dem Kaliumplatincyanür erhielt B. QUADRAT² das Magnesiumsalz durch doppelte Umsetzung mit dem Magnesiumsulfat. Wir erhielten bei der Mischung äquivalenter Mengen dieser Salze aus ihrer Lösung zuerst Kaliumplatincyanür verunreinigt mit Spuren von Magnesiumsulfat, dann in reichlicher Menge gelbliche Krystalle mit blauer Oberflächenfarbe eines Doppelsalzes der Formel $\text{MgK}_2(\text{PtCy}_4)_2 + 7\text{H}_2\text{O}$.

	Gefunden:	Berechnet:
H_2O	14.95 %	15.27 %
Mg	2.85 „	2.94 „
K	10.04 „	9.46 „
$\text{Pt}(\text{CN})_4$	71.62 „	72.33 „
	99.46 %	100.00 %

Schließlich schied sich in geringer Menge das rote Magnesiumplatincyanür ab.

Das nach CLAUS dargestellte Kaliumplatincyanür erhält man bei der ersten Krystallisation etwas braun gefärbt durch die Zersetzungsprodukte des Cyankaliums. Durch Umkrystallisieren ist das Salz leicht zu reinigen. Aus der Lösung des gereinigten Salzes wurde nach QUADRAT durch einen Überschuss von Kupfersulfat das Kupferplatincyanür gefällt, welches erst durch Dekantieren und später auf dem Saugfilter gut ausgewaschen und dann in reinem Wasser suspendiert mit Schwefelwasserstoff zersetzt wurde. Die Lösung der Platincyanwasserstoffsäure wird nach starkem Kochen zur Verjagung des Schwefelwasserstoffes mit Magnesia neu-

¹ „Beiträge zur Chemie der Platinmetalle“, von CARL CLAUS, Seite 94 (Dorpat 1854).

² *Lieb. Ann.* (1879) 70, 305.

tralisiert, konzentriert und bei Zimmertemperatur zur Krystallisation gestellt.

2. Die so erhaltenen roten Krystalle enthielten immer weniger Wasser als der Formel $\text{MgPtCy}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ entspricht, ihr Wassergehalt wechselte etwas je nach der Temperatur der Lösung, aus der sie erhalten wurden, und je nach der Zeit, während welcher sie an der Luft trockneten. Auch die früheren Beobachter fanden weniger als $7\text{H}_2\text{O}$, doch schrieben sie dieser Abweichung keine besondere Bedeutung zu. WESELSKY¹ fand 25.21 % Wasser, SCHAFFARICK² 24.93—26.74 %, während der Formel mit $7\text{H}_2\text{O}$ 27.97 % und der mit $6\text{H}_2\text{O}$ 24.97 % Wasser entsprechen. Trotz dieses schwankenden Wassergehaltes war an den Krystallen keine Spur von Verwitterung zu bemerken, dieselben waren vollständig klar. Eine eingehendere Untersuchung, die anderweitig mitgeteilt werden wird, ergab, daß die Dampfspannung der gesättigten Lösung, welche bei 19° die Zusammensetzung $\text{MgPtCy}_4 + 37.2\text{H}_2\text{O}$ hat, 14.40 mm beträgt. In einer Atmosphäre, in der die Spannung des Wasserdampfes größer ist, zerfließen die Krystalle, deren Zusammensetzung $\text{MgPtCy}_4 + 6.8\text{H}_2\text{O}$ ist. In einer Atmosphäre, in welcher die Dampfspannung kleiner ist, geben die Krystalle Wasser ab. Sinkt der Druck auf 7 mm, so kann die Bildung gelber Flecken auf den roten Krystallen beginnen. Dieses gelbe Hydrat enthält $5\text{H}_2\text{O}$, sein Dampfdruck beträgt 7 mm. Die roten Krystalle besitzen bei diesem Druck die Zusammensetzung $\text{MgPtCy}_4 + 6.25\text{H}_2\text{O}$. Demnach sind bei Dampfdrücken zwischen 14.4 und 7 mm bei 19° homogene rote Krystalle des Magnesiumplatincyanürs von der Zusammensetzung $6.8—6.25\text{H}_2\text{O}$ beständig. Weder das Hydrat mit 7 noch das mit $6\text{H}_2\text{O}$ krystallisieren aus der gesättigten Lösung, sondern es wurden bei 0—45° Krystalle von $6.9—6.6\text{H}_2\text{O}$ erhalten. Die Dampfspannungen dieser Krystalle sind jedesmal gleich der Dampfspannung der gesättigten Lösung, aus der die Krystalle erhalten wurden.

Trocknet man das aus der gesättigten Lösung unterhalb 45° erhaltene rote Hydrat über einer Flamme, also in einer Atmosphäre nicht näher bekannten Partialdruckes des Wasserdampfes, so beobachtet man folgende Farbenänderungen und die Bildung folgender Hydrate:

¹ WESELSKY, *Journ. pr. Chem.* (1856) 69, 284.

² SCHAFFARICK, *Journ. pr. Chem.* (1855) 66, 411.

- 0—45° eine Reihe roter Hydrate vom Wassergehalt 6.8—8.1H₂O,
 45° hellgelbes Hydrat mit 5H₂O,
 60° hellgrünes Hydrat mit 4H₂O,
 100° weißes Hydrat mit 2H₂O,
 210° orangerotes, wasserfreies Salz.

Diese Hydrate sind mit der gesättigten Lösung innerhalb folgender Temperaturintervalle in Gleichgewicht, und zwar sind die roten Krystalle vom Kryopunkt -4.12° bis 45° beständig.

Bei 45° , innerhalb eines sehr geringen Temperaturintervalles, bilden sich unter der gesättigten Lösung Nadeln von morgenroter Körperfarbe mit blauem Flächenschiller, welche wohl mit den von Haidinger¹ beschriebenen identisch sind und welche auch Schaffarick² nach Zusatz von Ätheralkohol zu einer Lösung von Kaliumplatincyanür und Magnesiumsulfat erhielt. Welesky erhielt aus den wässrigen Lösungen zwischen 45 und 50° oder bei gewöhnlicher Temperatur nach Zusatz von Alkohol lange Blättchen von citronengelber Farbe und blauem Flächenschimmer, welche 22.56 bis 22.73 % Wasser enthielten. Dem Hydrate mit 5 Wasser würden 21.72 % Wasser entsprechen. Es sind wohl diese verschiedenen dargestellten und etwas verschieden gefärbten Hydrate unter einander gleich und mit dem beim Verwittern erhaltenen gelben Hydrat mit 5H₂O identisch. Auch die roten Hydrate wurden von uns in ziemlich verschiedener Farbennüanzierung, von scharlachrot bis braunrot erhalten. Diese verschiedene Nüanzierung ist nicht durch verschiedenen Wassergehalt bedingt, sondern hängt von anderen Ursachen ab.

Von 45 — 88° ist das grüne Hydrat mit der gesättigten Lösung im stabilen Gleichgewicht. Auffallenderweise ist dasselbe früher nicht erwähnt worden. Oberhalb 88° ist das weiße Hydrat unter der gesättigten Lösung stabil. Bei 100° wurde die Untersuchung der Löslichkeit abgebrochen. Das weiße Hydrat erhielt früher Quadrat³ beim Abkühlen einer heißgesättigten alkoholischen Lösung, „welche in demselben Maße als der Alkohol verdunstete (wasserreicher wurde) schwefelgelb wurde und sich endlich in fleischrote Krystalle verwandelte“.

Vergleicht man die Temperaturgrenzen, innerhalb derer ein Hydrat unter seiner Wasserlösung beständig ist, mit den Grenzen,

¹ Haidinger, *Sitzungsber. k. k. Akad. Wiss. Wien* (1849) 2, 20—24.

² Schaffarick, l. c.

³ Quadrat, *Lieb. Ann.* (1849) 70, 305.

innerhalb derer dasselbe mit einer Zusätze enthaltenden Lösung im stabilen Gleichgewicht sich befindet, so bemerkt man, daß obige Angaben sämtlich dafür sprechen, daß die untere Temperaturgrenze der Gleichgewichtskurve durch Zusätze zu niederen Temperaturen verschoben wird. Durch Zusatz von Alkohol, Salzen, die mit dem Hydrat ein gemeinschaftliches Ion enthalten, wird der Partialdruck des Wassers über der gesättigten Lösung erniedrigt. Geht diese Erniedrigung so weit, daß der Partialdruck des Wassers über der gesättigten Lösung kleiner wird als der Druck des gesättigten Dampfes über dem Hydrat, so wird sich dieses Hydrat in das folgende wasserärmere umwandeln müssen. Durch allmähliches Hinzu-
fügen von Zusätzen kann man den unteren Endpunkt einer Gleichgewichtskurve zu kleineren Löslichkeiten und niederen Temperaturen herabdrücken und so in manchen Fällen Hydrate habhaft werden, welche unter der Lösung ohne Zusatz ein gar zu engbegrenztes Existenzgebiet besitzen. So gelang es SCHAFFARICK und anderen das Hydrat mit $5\text{H}_2\text{O}$ in guten Krystallen zu erhalten, welches wir unter der gesättigten Lösung bei 45° wohl wahrnehmen konnten, welches aber nicht rein dargestellt werden konnte, weil sowohl die Umwandlungsgeschwindigkeit des roten als auch des hellgrünen Hydrats bei dieser Temperatur eine so geringe ist, daß sich auch nach mehreren Stunden noch zwischen den Krystallen des gelben Hydrats rote resp. hellgrüne Krystalle fanden.

4. Zur Feststellung der Löslichkeitskurven der Hydrate des Magnesiumplatincyanyürs wurde eine genügende Menge des roten Hydrats fein gepulvert mit 10 ccm Wasser in ein langes Probierglas, das sich in einem Thermostaten befand, gethan. Mittels einer Turbine und zweier WITT'scher Rührer wurde der Inhalt des Probierglases und des Thermostatenbades in lebhafter Bewegung erhalten. Bei jeder Temperatur wurde nach bestimmten Zeiten, die in der Tabelle angegeben sind, der Rührer des Probierglases abgestellt und, nachdem sich das feste Salz abgesetzt hatte, mittels einer Pipette 3 ccm der klaren Lösung entnommen, gewogen, zur Trockne verdampft, der Rückstand bei 240° getrocknet und gewogen.

Folgende Tabelle giebt die Resultate.

Temperatur in ° C.	Gewicht von 3 ccm gesättigter Lösung	Gewicht des trockenen MgPtCy ₄ in 3 ccm	Anzahl der Gramme MgPtCy ₄ in 100 g Lösung	Zeit, während welcher vor einer Bestimmung gerührt wurde, in Stunden	
Bodenkörper rote Hydrate.	- 4.12 {	3.6188	0.9021	24.93	*
		3.6297	0.9029	24.87	
	0.5 {	3.4265	0.8573	25.02	1
		3.5591	0.9500	26.70	1 1/2
	5.5 {	3.5626	0.9614	26.98	2
		3.5154	0.9251	26.31	0.5
		3.5554	1.0157	28.57	1
		3.5817	1.0253	28.60	1.25
	18.0 {	3.5804	1.0287	28.73	1.75
		3.5631	1.0219	28.67	0.5
		3.6254	1.1463	31.57	0.75
	36.6 {	3.7437	1.2104	32.21	1
		3.7486	1.2208	32.46	1.33
		3.8552	1.3916	36.10	0.5
	45.0 {	3.9378	1.5529	39.44	0.75
		3.9438	1.5594	39.53	1
	46.2 {	4.1698	1.7228	41.31	0.5
		4.1732	1.7258	41.33	1
	46.2 {	4.1748	1.7495	41.92	**
		4.1755	1.7525	42.01	

* Die bei 18° gesättigte Lösung abgekühlt, bis sich ihre Temperatur - 4.12° während der Abscheidung von Salz und Eis nicht änderte.

** Nach der Sättigung bei 45° die Temperatur auf 46.2 gesteigert, darauf nach 10 Minuten langem Rühren die erste und nach weiteren 5 Minuten die zweite Probe entnommen.

Über 45.0° zerfällt allmählich ein Teil des roten Salzes in gelbe Nadeln mit blauem Flächenschimmer und hellgrüne Nadeln. Bei 48° wandelt sich alles in 10 Minuten in hellgrünes Hydrat um.

Temperatur in ° C.	Gewicht von 3 ccm gesättigter Lösung	Gewicht des trockenen MgPtCy ₄ in 3 ccm	Anzahl der Gramme MgPtCy ₄ in 100 g Lösung	Zeit, während welcher vor einer Bestimmung gerührt wurde, in Stunden	
Hellgrünes Hydrat als Bodenkörper.	42.2	3.9552	1.5893	40.21	*
	46.3	4.0314	1.6026	39.74	
		4.0335	1.6083	39.85	
	48.7	4.0308	1.6372	40.62	0.5
		4.0325	1.6455	40.89	0.75
	55.0	3.9984	1.6283	40.72	0.25
		4.0772	1.6845	41.33	0.75
	58.1	4.0813	1.7030	41.72	0.12
		4.0989	1.7302	42.20	0.25
		4.0996	1.7261	42.11	0.50
	69.0	4.1793	1.8164	43.48	0.25
		4.1902	1.8220	43.49	0.50
	77.8	4.1958	1.8825	44.86	0.25
		4.2153	1.8924	44.90	0.33
	87.4	4.2562	1.9401	45.58	0.16
		4.2555	1.9340	45.46	0.33
	90.0	4.2453	1.9346	45.53	**
		4.2491	1.9401	45.65	
93.0	4.3098	1.9426	45.04	***	

* Bei 48.7° gesättigt, dann auf 46.3 resp. 42.2° abgekühlt und nach je 10 Minuten langem Rühren die Proben entnommen.

** Bei 87.4° gesättigt, dann schnell auf 90 resp. 93° gebracht und nach je 10 Minuten die Proben zur Analyse entnommen.

*** Bei 93° hatte sich schon vor Entnahme der Probe etwas weißes Hydrat gebildet.

Unterhalb 87.5° wandelt sich das weiße Hydrat so schnell ins grüne um, daß keine Bestimmung unterhalb 87.5° mit weißem Hydrat als Bodenkörper ausgeführt werden konnte.

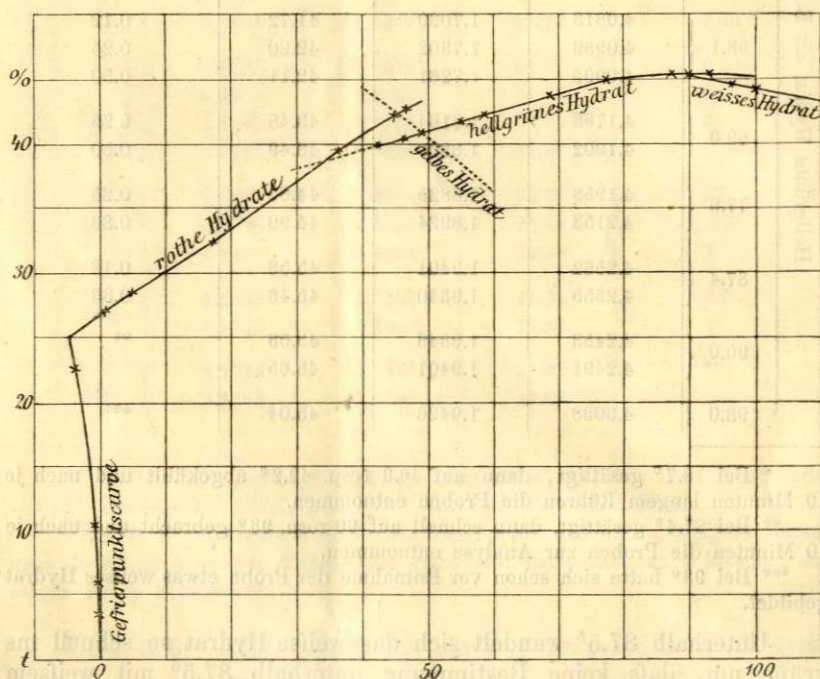
Weißes Hydrat.	96.4	4.2193	1.8754	44.44	0.16
		4.2172	1.8652	44.22	0.33
	100.0	4.2027	1.8443	43.87	0.16
		4.2064	1.8526	44.05	0.33

Außer den Löslichkeitskurven wurde noch die Gefrierpunktskurve bestimmt. Beide schneiden sich bekanntlich im Kryopunkte, der hier bei -4.12° und einer Konzentration der Lösung von 24.9 % liegt.

Gefrierpunkte der Lösungen bei 0.21 0.51 1.37 3.57 4.12 Grad
 von 3.23 5.74 11.05 22.25 24.8 %

Man ersieht aus der Tabelle, daß die Geschwindigkeit der Auflösung in nahezu konz. Lösung mit der Temperatur schnell wächst. Während es bei 0° zur Sättigung der Lösung 1.5 Stunden bedarf, ist bei 100° die Sättigung schon in 10 Minuten eingetreten.

Die Abhängigkeit der Löslichkeit von der Temperatur überblickt man auf dem folgenden Diagramm. Dieselbe wird vom



Kryopunkt -4.12° bis 100° durch 3 Kurven dargestellt. Beginnend vom Kryopunkt haben wir zuerst die Gleichgewichtskurve des roten Hydrats. Jeder der durch diese Kurve dargestellten verschiedenen Konzentrationen der gesättigten Lösung entspricht ein Bodenkörper von etwas anderer Zusammensetzung. Die Kurve der Dampfspannungen dieser gesättigten Lösungen wird von den Kurven der Dampf-

spannungen der roten Hydrate verschiedenen Wassergehaltes geschnitten. Hierdurch ist auch der Verlauf der Gleichgewichtskurve gegeben. Bei den anderen Löslichkeitskurven findet ein solches Schneiden der Dampfspannungskurve der gesättigten Lösung durch die des hellgrünen oder weissen Hydrats nicht statt, hier ist bei jeder Temperatur die Dampfspannung der Lösung gröfser als die des Hydrats.

Bei 87.5° liegt der Umwandlungspunkt des hellgrünen Hydrats ins weisse. Bei dieser Temperatur sind beide Hydrate unter der gesättigten Lösung beständig, hier müssen sich also die Dampfspannungskurven der beiden Hydrate schneiden.

Die Löslichkeitskurven des roten und hellgrünen Hydrats würden sich bei 36° schneiden. Bei dieser Temperatur würden sich also auch die Dampfspannungskurven beider Hydrate schneiden. Doch ist dieser Punkt kein Umwandlungspunkt, da bei 36° das hellgrüne Hydrat nicht mehr beständig ist.

Die Löslichkeitskurve des hellgelben Hydrats schneidet aller Wahrscheinlichkeit nach die Löslichkeitskurve des roten bei 45° und die des hellgrünen Hydrats bei 48.7° . Die Löslichkeitskurve des gelben Hydrats mufs demnach mit steigender Temperatur fallen.

Jede Löslichkeitskurve ist von zwei Quadrupelpunkten begrenzt. Nur zwei derselben, der Kryopunkt und der Quadrupelpunkt bei 87.5 , konnten festgestellt werden. Die Verlängerungen der Kurve über ihre Quadrupelpunkte hinaus, geben weniger stabile Gleichgewichte als die ihnen unterlagerten Kurvenstücke, welche sich zwischen zwei Quadrupelpunkten befinden.

Der Satz von DEMARÇAY,¹ jedes Hydrat besitzt seine ihm eigentümliche Löslichkeit, ist auch hier bestätigt.

Nach LE CHATELIER steigt die Löslichkeitskurve mit der Temperatur, wenn die Lösung in nahezu gesättigter Lösung unter Wärmeabsorption vor sich geht und nimmt mit steigender Temperatur ab, wenn bei der Lösung Wärme frei wird. Demnach wäre die Lösungswärme des roten und des hellgrünen Hydrats in gesättigter Lösung negativ und die des weissen und vielleicht auch des gelben Hydrats positiv.

¹ *Compt. rend.* (1883) 96, 860.

Dorpat, im Juli 1897.

Bei der Redaktion eingegangen am 30. Juli 1897.

Repetitorium der Chemie von Prof. Dr. Carl Arnold (Hannover). Siebente, verbesserte und ergänzte Auflage. 1896. Gebunden M. 6.—.

Die Chemie im täglichen Leben. Gemeinverständliche Vorträge. Von Prof. Dr. Lassar-Cohn (Königsberg). Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 21 Abbildungen. 1897. Gebunden M. 4.—.

Vollständiger Abriss der anorganischen Chemie. Von Dr. Vincenz Wächter, kgl. Reallehrer in Nördlingen. 1897. M. 3.—.

Spezielle Methoden der Analyse. Anleitung zur Anwendung physikalischer Methoden in der Chemie. Von G. Krüss. Zweite, durchgesehene und vermehrte Auflage. Mit 35 Abbildungen im Text. 1893. M. 3.50.

Physikalisch-chemische Methoden von Dr. J. Traube, Privatdocent an d. technischen Hochschule zu Berlin. Mit 97 Abbildungen im Text. 1893. M. 5.—.

Kolorimetrie und quantitative Spektralanalyse in ihrer Anwendung in der Chemie. Von Prof. Dr. G. Krüss (München) und Dr. Hugo Krüss (Hamburg). Mit 34 Abbildungen im Text und 6 Tafeln. 1891. M. 8.—.

Das mikroskopische Gefüge der Metalle u. Legierungen. Vergleichende Studien von H. Behrens, Professor an der polytechnischen Schule in Delft. Mit 3 Figuren im Text u. 123 Figuren auf 16 Tafeln. 1894. Gebunden M. 14.—.

Anleitung zur mikrochemischen Analyse. Von Prof. Dr. H. Behrens (Delft). Mit einem Vorwort von Professor S. Hoogewerf. Mit 92 Figuren im Text. 1895. M. 6.—, gebunden M. 7.—.

Anleitung zur mikrochemischen Analyse der wichtigsten organischen Verbindungen. Von Prof. Dr. H. Behrens (Delft). I. Heft. (Anthracengruppe, Phenole, Chinone, Ketone, Aldehyde.) Mit 49 Figuren im Text. 1895. M. 2.—. II. Heft. (Die wichtigsten Faserstoffe.) Mit 18 Figuren im Text und drei Tafeln in Farbendruck. 1896. M. 5.—. III. Heft. (Aromatische Amine.) Mit 77 Figuren im Text. 1896. M. 4.50. IV. Heft. (Karbamide und Karbonsäuren.) Mit 94 Figuren im Text. 1897. M. 4.50.

Arbeitsmethoden für organisch-chemische Laboratorien von Prof. Dr. Lassar-Cohn (Königsberg). Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 42 Figuren im Text. 1893. M. 7.50.

Die Praxis des Chemikers bei Untersuchung von Nahrungsmitteln etc. von Dr. Fritz Elsner. Sechste, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 169 Abbildungen im Text. 1895. M. 12.50, gebunden M. 14.50.

Handbuch der organischen Chemie. Von Prof. Dr. F. Beilstein (St. Petersburg). Dritte Auflage. Band I. (Einleitung — Die Fettreihe.) 1893. M. 45.—, geb. M. 49.—. Band II. (Aromatische Reihe. I.) 1896. M. 63.—, geb. M. 68.—. Fortsetzung in Lieferungen zum Preise von je M. 1.80. Ausführlicher Prospekt steht zu Diensten.

Leitfaden für den Unterricht in der Chemie und Mineralogie. Methodisch bearbeitet von Prof. Dr. Rudolf Arendt. Sechste, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 115 Holzschnitten und einer Banddrucktafel. 1897. M. 1.—.

Grundzüge der Chemie. Methodisch bearbeitet von Prof. Dr. Rudolf Arendt. Mit einer systematischen Übersicht der wichtigsten Mineralien und Gesteine und 180 Figuren im Text. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. 1894. M. 2.40.

Anorganische Chemie in Grundzügen. Methodisch bearbeitet von Prof. Dr. Rudolf Arendt. Mit einer systematischen Übersicht der wichtigsten Mineralien und Gesteine und 150 Figuren im Text. Sonderabdruck nach des Verfassers „Grundzüge der Chemie“, fünfte Auflage. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1894. M. 1.60.

Bildungselemente u. erzieherlicher Wert des Unterrichts in d. Chemie an niederen und höheren Lehranstalten. Von Prof. Dr. Rudolf Arendt. Zweiter, unveränderter Abdruck. 1895. M. 2.—.

Technik der Experimentalchemie. Anleitung zur Ausführung chemischer Experimente für Lehrer und Studierende sowie zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. Rudolf Arendt. Zweite, umgearbeitete Auflage. Ein Band mit 780 Abbildungen und einer Figurentafel. 1892. M. 20.—, gebunden M. 22.50.

Zeitschrift für anorganische Chemie. Begründet von Gerhard Krüss, herausgegeben von Richard Lorenz (Zürich). Erscheint in Bänden zu je 6 Heften. Preis eines Bandes M. 12.—. Postzeitungs-Preisliste 1897 No. 7987.

Chemisches Centralblatt. Vollständiges Repetitorium für alle Zweige der reinen und angewandten Chemie. Redaktion: Prof. Dr. Rudolf Arendt. Wird von 1897 ab von der Deutschen chemischen Gesellschaft herausgegeben. Die Preise der früheren Bände habe ich besonders herabgesetzt und liefere z. B. Jahrg. 1894—96 (6 Bände) für M. 80.— statt 180.—, 1889—93 (10 Bände) für M. 80.— statt 300.—, 1889—96 (16 Bände) für M. 120.— statt 480.—, einzelne Bände aus 1889—93 für M. 10.— statt 30.—, aus 1894—96 für M. 15.— statt 30.—.