

Untersuchungen über die Kupferverbindungen des Albumins.

Von **Erich Harnack**,

Professor an der Universität Halle a/S.

(Der Redaktion zugegangen am 1. März 1881).

Bereits seit geraumer Zeit haben die Verbindungen der Eiweisskörper mit schweren Metallen ein besonderes Interesse auf sich gelenkt und zahlreiche Untersuchungen veranlasst: man hoffte durch die Bestimmung des Metallgehaltes in diesen Verbindungen Aufschluss über das Moleculargewicht des Eiweisskörpers zu erhalten. Auf diesem Wege ist z. B. auch Lieberkühn¹⁾ zur Aufstellung seiner bekannten Formel für das Albumin gelangt. Die von verschiedenen Forschern ausgeführten Bestimmungen ergaben jedoch so verschiedene Zahlen, dass sich allmählich die Ueberzeugung befestigte, es sei ein bestimmtes typisches Gewichtsverhältniss zwischen Eiweiss und Metall wahrscheinlich gar nicht vorhanden und daher auf diesem Wege die Frage nicht zu lösen.

Durchmustert man aber die ganze Reihe der bezüglichen Untersuchungen, so kommt man zu der Ueberzeugung, dass die Sache doch nicht so aussichtslos und bei der nicht geringen Wichtigkeit des Zieles wohl werth sei einer weiteren genaueren Prüfung unterworfen zu werden.

Zu dem Zweck habe ich mich zunächst nur auf einen Eiweisskörper, das Eialbumin, und auf ein Metall, das Kupfer, beschränkt: im Folgenden gebe ich zunächst eine kurze Uebersicht über die bei den bisherigen Untersuchungen des Kupferalbuminats gewonnenen Resultate.

Die von verschiedenen Autoren ausgeführten Bestimmungen des Cu O-Gehaltes im Kupferalbuminate haben Zahlen geliefert, welche zum Theil mit einander übereinstimmen, zum Theil aber doch so sehr dif-

¹⁾ Lieberkühn, Poggend. Ann. Bd. 86, S. 121, 1852.

feriren, dass es darnach mehr den Anschein gewinnen könnte, als ob das Mengenverhältniss innerhalb gewisser Grenzen ein schwankendes sei.

Es fanden nämlich in der Verbindung von Kupfer mit Eieralbumin:

J. Rose ¹⁾	1,50—1,69% CuO.
Mulden ²⁾	4,44% CuO.
Mitscherlich ³⁾	2,8—3,3% CuO.
Lieberkühn ⁴⁾	4,6% CuO.
Bielitzki ⁵⁾	4,72—5,19% CuO.
Lassaigne ⁶⁾	4,95% CuO.

Bei allen diesen Untersuchungen geschah die Herstellung des Präparates durch Ausfällen einer Eiweiss- mit einer Kupfersalzlösung, worauf dann der Niederschlag ausgewaschen, getrocknet und die Bestimmung des Kupferoxyds durch Verbrennen des Präparats ausgeführt wurde. Der grösste Theil der obigen Zahlen ist übrigens, wie ich unten näher zeigen werde, um ein Beträchtliches zu hoch, weil die so hergestellten Präparate ausser dem Kupfer noch Eiweissasche enthalten, was meist nicht berücksichtigt wurde.

In höherem Grade ist durch die bisherigen Untersuchungen die Kenntniss der sonstigen chemischen und physikalischen Eigenschaften des Kupferalbuminats gefördert worden, obschon auch in dieser Hinsicht sich so manche Widersprüche finden. F. Rose gibt an, dass das frischgefällte Albuminat sich im Ueberschuss des Eiweisses, aber nicht in dem des Kupfersalzes auflöst, sehr leicht dagegen in Säuren und Alkalien, und zwar in Kalilauge oder Sodalösung mit violetter, in Ammoniak mit tiefblauer Farbe.

Nach Mitscherlich ist das Albuminat im Eiweiss- oder Kupfersalzüberschuss für sich nicht löslich, nur beim Entstehen einer kleinen Menge Albuminat in viel Salz oder Eiweiss löst es sich wieder auf: in Blutlaugensalz löst es sich braunroth. ebenso vollständig in Jodkalium, weniger in phosphorsaurem Natrium. Aus der Lösung in Säuren wird es durch Ammoniak, Kali, Jodkalium, phosphorsaures Natrium, Ferrocyankalium und in concentrirterer Lösung auch durch Schwefelwasserstoff gefällt. Mitscherlich hielt das Albuminat für eine Verbindung des Kupfersalzes mit Eiweiss, analog den Eiweissverbindungen mit Salzen der Alkalien und alkalischen Erden, eine Anschauung, die von Lassaigne zwar getheilt, dagegen bereits von Mulder, später von Lieberkühn und von Bielitzki bekämpft und sicher widerlegt wurde.

¹⁾ Rose, Poggend. Annalen Bd. 28, S. 132, 1833.

²⁾ Mulder, Physiolog. Chemie. Braunschweig 1851.

³⁾ Mitscherlich, Müller's Archiv 1837, S. 91.

⁴⁾ Lieberkühn, a. a. O.

⁵⁾ Bielicki, quaedam de metallorum albuminatibus etc. Dissert. Dorpat 1853.

⁶⁾ Lassaigne, Journal de Chimie médicale, 2^e sér. T. VI.

Christison¹⁾, der das Albuminat als eine Verbindung von Kupferoxyd und Eiweiss bezeichnet, gibt an, dass Essigsäure es entweder löse, oder ihm das Oxyd entziehe und das Eiweiss in geronnener Form zurücklasse. Letzteres sei besonders der Fall bei dem aus Kupferoxyd und Casein bestehenden Albuminate.

Neebe²⁾ gibt an, dass die Albuminverbindung sich im Ueberschuss des Kupfersalzes (Cupr. acetic.) auflöse, die Caseinverbindung aber nicht.

Pereina³⁾ bezeichnet das Kupferoxydalbminat als schwer zersetzlich: bei längerem Kochen mit Wasser bilde sich jedoch ein in Alkohol löslicher kupferhaltiger Extractivstoff. Nach Danger und Flandin⁴⁾ werden von diesem Körper nur äusserst geringe Mengen gebildet.

Die Untersuchungen von Ritthausen⁵⁾ endlich interessiren uns zwar direct weniger, weil sie sich auf die Kupferverbindung anderer Eiweisskörper (Gluten-Casein, Legumin etc.) beziehen, sind aber bemerkenswerth, weil dabei neben der CuO-Bestimmung sorgfältige Aschencontrolen ausgeführt wurden. Die von ihm für CuO gewonnenen Zahlen schwanken zwischen 11,5 und 17%, sind also beträchtlich höher als die oben angeführten. Einzelne seiner Präparate wurden zweimal gefällt, indem der Niederschlag in Kali gelöst und mit Schwefelsäure wieder abgeschieden wurde.

Indem ich nun zur Mittheilung meiner eigenen Untersuchungen übergehe, will ich zuvörderst über die Darstellung des Präparates Einiges bemerken.

Die Eiweisslösung wurde in folgender Weise hergestellt: gut zerschnittenes Hühnereiweiss wurde etwa mit der gleichen Menge Wasser und soviel überschüssiger verdünnter Essigsäure versetzt, als noch die Ausscheidung eines Niederschlags bemerkbar war. Sodann wurde durch ein Sternfilter filtrirt, mit kohlensaurem Natron genau neutralisirt, nochmals filtrirt, und so eine völlig klare, neutrale Albuminlösung gewonnen. In einigen Fällen, wo dies nöthig erschien,

¹⁾ Christison, über die Gifte. Aus dem Englischen. Weimar 1831, S. 480.

²⁾ Neebe, Wirkung des essigsauren Kupfers u. s. w. Dissertation Marburg, 1857.

³⁾ Pereina, Handb. d. Heilmittellehre bearb. von Buchheim. Leipzig 1846. S. 745

⁴⁾ Danger und Flandin Comptes rendus 17 n° 4

⁵⁾ Ritthausen, die Eiweisskörper der Getreidearten etc. Bonn 1872. — Journal f. prakt. Chemie XII, S. 361.

wurde der Eiweissgehalt in der Lösung nach der bekanntesten Methode durch Ausfällen mit Alkohol bestimmt.

Zur Herstellung des Albuminats wurde die Lösung eines einfachen Kupfersalzes hinzugefügt, solange noch ein Niederschlag entstand: es ist zweckmässig, dabei das Gemisch mit etwas kohlensaurem Natron zu neutralisieren, um jeden Säureüberschuss zu vermeiden. Das Auswaschen des Niederschlags auf dem Filter geht verhältnissmässig leicht von Statten und ist meist beendet, wenn sich im Filtrat kein Kupfer mehr durch Blutlaugensalz nachweisen lässt. Wäscht man dann weiter aus, so lässt sich auch die Säure des angewendeten Kupfersalzes nicht mehr im Filtrat nachweisen, woraus geschlossen werden darf, dass die Säure des Kupfersalzes auch anfänglich nicht in die Verbindung eingeht, dass die letztere von vornherein nur aus Kupfer und Eiweiss besteht. Durch wochenlanges Behandeln mit Wasser scheint das Albuminat allmählich dissociirt zu werden, was übrigens nichts Auffallendes ist: jedenfalls lässt es sich leicht vollständig auswaschen, ohne eine Zersetzung zu erleiden.

Im frischen Zustand bildet das Präparat einen hellblau-grünen voluminösen Körper, der für sich im Eiweiss- oder Kupfersalzüberschuss nur sehr schwer löslich ist. Im Moment des Entstehens einer kleinen Menge des Albuminats in viel Salz oder Eiweiss löst es sich jedoch mit Leichtigkeit auf. In Neutralsalzen ist das Albuminat unlöslich; verdünnte Säuren lösen es sehr leicht mit hellgrüner Farbe, fixe oder kohlensaure Alkalien mit dunkelvioletter, Ammoniak mit dunkelblauer Farbe. Aus der sauren Lösung lässt es sich durch Alkali, aus der alkalischen durch vorsichtigen Säurezusatz wieder abscheiden; vermischt man aber die saure Lösung mit überschüssigem concentrirten Alkali, so findet eine Zersetzung statt, es scheiden sich farblose grosse Flocken ab, und aus der darüber stehenden blaugrünen Flüssigkeit lässt sich dann durch Säuren nichts mehr ausfällen.

Im getrockneten Zustande stellt das Albuminat eine dunkelgrüne durchscheinende leimartig spröde und harte compacte pulverisirbare Masse dar. Die grosse Härte und

compacte Beschaffenheit des getrockneten Albuminats erklärt es, warum es sich in diesem Zustande in Säuren u. s. w. nur äusserst langsam auflöst.

Beim Erhitzen bläht es sich stark auf, verbrennt mit russender Flamme und hinterlässt das Kupferoxyd in Form eines ungemein lockeren Rückstandes.

Bei Ausführung der ersten CuO-Bestimmungen überzeugte ich mich bald, dass die in oben beschriebener Weise hergestellten Präparate meist noch einen recht bedeutenden, aus dem Eiweiss herstammenden Aschegehalt besitzen. Ich führte daher anfänglich immer Aschencontrollen aus, indem ich den gewogenen Glührückstand in Salpetersäure löste, das Kupfer daraus mit Natronlauge ausfällte, den Niederschlag auswusch, glühte und wog. Die jetzt gefundene Zahl ergab natürlich erst den wirklichen Kupfergehalt des Albuminats, und die Differenz zwischen dieser und dem Gewicht des ersten Glührückstandes die aus dem Eiweiss stammende Aschemenge, die meist etwas über 1% betrug.

Dann aber versuchte ich das Kupferalbuminat aschefrei herzustellen, d. h. so, dass es beim Verbrennen reines CuO hinterlies: letzteres gelang auch in der That sehr leicht. Zu diesem Zweck wurde das frisch gefällte Albuminat vollkommen ausgewaschen, in kohlen-saurem Natron gelöst, die Lösung filtrirt, und das Albuminat durch vorsichtigen Säure-zusatz wieder ausgefällt. Nöthigenfalls wird das Lösen und Ausfällen wiederholt. Auf diese Weise erhielt ich das Kupferalbuminat vollkommen rein: die Contro-le ergab dann in den meisten Fällen nur Differenzen von $\frac{1}{10}$ — $\frac{2}{10}$ Mgr., die in das Bereich der Wägungsfehler fallen.

Im Folgenden theile ich nun zunächst die Resultate der ausgeführten Kupferbestimmungen mit, die als wesentlichste Grundlage für weitere Schlussfolgerungen in möglichst grosser Anzahl und mit möglichst viel verschiedenen Präparaten angestellt werden mussten. Bis auf die allerersten Kupferbestimmungen sind meine sämtlichen Analysen mit «aschefreien» Präparaten ausgeführt worden.

Kupferbestimmungen.

Nr. der Analyse.	Nr. des Präparats.	Gewicht der Substanz.	Cu O gefunden.	% Cu.
1.	I.	0,2717	0,0090	2,64
2.	II.	0,4211	0,0139	2,64
3.	III.	0,7200	0,0123	1,34
4.	IV.	0,4404	0,0076	1,35
5.	V.	0,7201	0,0224	2,48
6.	VI.	0,4423	0,0076	1,35
7.	VII.	0,5894	0,0101	1,37
8.	VIII.	0,4693	0,0080	1,34
9.	VIII.	0,3520	0,0060	1,34
10.	IX.	0,6734	0,0216	2,56
11.	X.	0,6071	0,0201	2,64
12.	XI.	0,4300	0,0074	1,35
13.	XII.	0,4091	0,0141	2,74
14.	XII.	0,4110	0,0140	2,71
15.	XIII.	0,3274	0,0109	2,66
16.	XIV.	0,4626	0,0155	2,68
17.	XV.	0,3121	0,0103	2,64
18.	XV.	0,4034	0,0133	2,63

Durchmustern wir die Reihe der gefundenen Procentzahlen (letzte Colonne), so sehen wir, dass unter den zahlreichen Präparaten nur zwei verschiedene Verbindungen des Albumins mit Kupfer enthalten sind, die den sehr constanten Verbindungsverhältnissen von 1,35, beziehungsweise 2,64% Cu im Mittel entsprachen. Ueber die Bedingungen des Entstehens der einen oder der anderen Verbindung lässt sich freilich nur angeben, dass im Allgemeinen die erste gewonnen wurde, wenn im Eiweiss-, die letztere, wenn im Kupfersalzüberschuss ausgefällt wurde. Niemals geschah bei der Herstellung dieser Präparate die Ausfällung nach vorher bestimmten Mengenverhältnissen, und dennoch wurde in allen diesen Fällen immer eine der beiden Verbindungen erhalten. Auch das Auflösen und Wiederausfällen des Albuminats ändert an dem Verbindungsverhältnissen nichts: so ist z. B. Präparat IV. aus Nr. III.

Präparat VII. aus Nr. VI. auf diesem Wege dargestellt worden.

Man erkennt auf den ersten Blick, dass die eine Verbindung genau doppelt soviel Kupfer enthält, als die andere, und zwar muss bei der kupferreicheren Verbindung, wie es auch in der That der Fall ist, die Procentzahl etwas weniger als doppelt so hoch sein, weil ja zugleich das Moleculargewicht der ganzen Verbindung erhöht ist.

Ausserdem aber lässt sich nachweisen, dass bei den von früheren Untersuchern (cf. oben) ausgeführten Bestimmungen des Kupfergehaltes im Albuminate die beiden typischen Gewichtsverhältnisse augenscheinlich bereits gefunden wurden. F. Rose fand $1,69\%$ Cu O = $1,34\%$ Cu, was unserer kupferärmeren Verbindung entspricht, und aus den übrigen Analysen ergibt sich als Mittel ca. 4,4 pCt. CuO. Bringt man davon den von den Meisten nicht berücksichtigten Aschegehalt von ca. 1 pCt. in Abzug, so hinterbleiben ca. 3,4 pCt. Cu O = 2,7 pCt. Cu.

Es ergibt sich demnach, dass die beiden erhaltenen Kupferverbindungen des Albumins nach bestimmten typischen Gewichtsverhältnissen zusammengesetzt sind, so zwar, dass die Gewichtsmengen des Kupfers in beiden zu einander in dem einfachen Verhältnisse von 1:2 stehen.

Die analytische Bestimmungen der übrigen im Albuminat enthaltenen Elemente musste nur den endgültigen Beweis liefern, dass wir es hier wirklich mit reinen Verbindungen zu thun haben: es wurden daher Präparate beider Verbindungen der elementar-analytischen Untersuchung unterworfen und dabei C, H, N und S bestimmt. Ich theile im Folgenden das analytische Material mit.

Verbindung A (1,35% Cu).

- 1., Präparat Nr. VIII (cf. oben). Substanz mit Kupferoxyd, chromsaures Blei und vorgelegten Kupferrollen im Luft-, resp. Sauerstoffstromen im Schiffchen verbrannt

0,8087 Substanz gaben 0,5031 H₂O = 0,0559 H = 6,91% H und
1,5598 CO₂ = 0,4254 C = 52,60% C.

2., Präparat Nr. VI (ebenso).

0,2180 Substanz gaben 0,1380 H_2O = 0,01533 H = 7,03% H und
0,4172 CO_2 = 0,1138 C = 52,20% C.

3., Präparat Nr. VIII (ebenso).

0,3347 Substanz gaben 0,2123 H_2O = 0,0236 H = 7,05% H und
0,6471 CO_2 = 0,1764 C = 52,70% C.

4., Präparat Nr. VIII. Substanz mit Natronkalk verbrannt, N als Platinsalmiak gewogen.

0,2200 Subst. gaben 0,5369 Platinsalmiak = 0,0337 N = 15,32% N.

5., Präparat Nr. XI (ebenso, aber das gebildete Ammoniak durch Titriren bestimmt).

0,2743 Substanz lieferten 0,042 N = 15,31% N.

6., Präparat Nr. VIII. Substanz mit Soda und Salpeter verbrannt, S als $BaSO_4$ bestimmt.

0,5410 Substanz lieferten 0,0473 $BaSO_4$ = 0,0065 S = 1,20% S.

7., Präparat Nr. VIII (ebenso).

0,5261 Substanz lieferten 0,0448 $BaSO_4$ = 0,00615 S = 1,17% S.

8., Präparat Nr. XI (ebenso).

0,5400 Substanz lieferten 0,0525 $BaSO_4$ = 0,0072 S = 1,33% S.

Verbindung B (2,64% Cu).

1., Präparat Nr. XII (wie oben bei 1.)

0,4606 Substanz gaben 0,8683 CO_2 = 0,2368 C = 51,41% C und
0,2846 H_2O = 0,0316 H = 6,86% H.

2., Präparat Nr. XII (ebenso).

0,3604 Substanz gaben 0,6820 CO_2 = 0,1860 C = 51,60% C und
0,2178 H_2O = 0,0242 H = 6,72% H.

3., Präparat Nr. VIII (ebenso).

0,2845 Substanz gaben 0,5349 CO_2 = 0,1459 C = 51,28% C und
0,1777 H_2O = 0,01975 H = 6,94% H.

4., Präparat Nr. XIII. N nach Dumas mit Zulkowsky's Modification bestimmt.

0,2057 Substanz gaben bei 750,2 Barom.-St. und 16° C. 27,2 Cc.
Gas, reducirt auf 0° und 760 Barom.-St. = 25,36 Cc. = 0,03182 N
= 15,47% N.

5., Präparat Nr. XII. Substanz mit Natronkalk verbrannt, Ammoniak durch Titriren bestimmt.

0,4140 Substanz lieferten 0,0630 N = 15,21% N.

6., Präparat Nr. XII (wie oben bei 6.)

0,4936 Substanz lieferten 0,0442 $BaSO_4$ = 0,00607 S = 1,23% S.

7., Präparat Nr. XIII (ebenso).

0,5210 Substanz lieferten 0,0480 $BaSO_4$ = 0,0066 S = 1,27% S.

Recapitulation A.

Nr.	Präp.	C.	H.	N.	S.
1.	VIII.	52,60	6,91	—	—
2.	XI.	52,20	7,03	—	—
3.	VIII.	52,70	7,05	—	—
4.	VIII.	—	—	15,32	—
5.	XI.	—	—	15,31	—
6.	VIII.	—	—	—	1,20
7.	VIII.	—	—	—	1,17
8.	XI.	—	—	—	1,33
Im Mittel:		52,50	7,00	15,32	1,23

Recapitulation B.

Nr.	Präp.	C.	H.	N.	S.
1.	XII.	51,41	6,86	—	—
2.	XII.	51,60	6,72	—	—
3.	XIII.	51,28	6,94	—	—
4.	XIII.	—	—	15,47	—
5.	XII.	—	—	15,21	—
6.	XII.	—	—	—	1,23
7.	XIII.	—	—	—	1,27
Im Mittel:		51,43	6,84	15,34	1,25

Die Zahlen stimmen für jede der beiden Verbindungen unter sich in genügendem Masse überein und dürften wohl mit zu den constantesten gehören, die bei Eiweissverbrennungen überhaupt gefunden wurden.

Unter der Voraussetzung, die immerhin als wahrscheinlich bezeichnet werden kann, dass die kupferärmere Verbindung ein Atom Cu im Molecul enthält, berechnet sich für die ganze Verbindung ein Moleculargewicht von etwa 4580, was unter der Annahme, dass ein Atom Cu für zwei Atome H substituierend eintritt, für das Albumin ein Moleculargewicht von nahezu 4620 ergeben würde.

Am wahrscheinlichsten erscheint die Formel:



mit dem Moleculargewichte von 4679,4, was also mit dem oben berechneten absolut übereinstimmt.

		% berechnet:	% gefunden im Mittel:
C ₂₀₄	2448	52,32	52,50
H ₃₂₀	320	6,84	7,00
N ₅₂	728	15,56	15,32
O ₆₆	1056	22,57	[22,60]
S ₂	64	1,36	1,23
Cu	63,4	1,35	1,35
	4679,4	100,00	100,00

Für die kupferreichere Verbindung ergibt sich dann die Formel:



mit dem Moleculargewichte 4740,8.

		% berechnet:	% gefunden im Mittel:
C ₂₀₄	2448	51,63	51,43
H ₃₁₈	318	6,71	6,84
N ₅₂	728	15,36	15,34
O ₆₆	1056	22,27	[22,50]
S ₂	64	1,35	1,25
Cu ₂	126,8	2,68	2,64
	4740,8	100,00	100,00

Demnach würde das Eieralbumin die Formel:



zukommen mit einem Moleculargewichte von 4618.

Von besonderem Interesse ist das Verhältniss der für Kupfer einerseits, für Schwefel andererseits gefundenen Zahlen: dieselben beweisen, dass in der ersten Verbindung zwei Atome S auf ein Atom Cu, in der zweiten gleichviel Atom S und Cu enthalten sein müssen.

Die von Lieberkühn für das Albumin aufgestellte Formel: C₇₂H₁₁₂N₁₈O₂₂S hat, auch wenn sie verdoppelt wird, ein zu niedriges Moleculargewicht, da Lieberkühn von einem Kupferoxydgehalte von 4,6% (= 3,67% Cu) ausging, der aus den oben dargelegten Gründen zu hoch ist.

Die von Schützenberger¹⁾ aufgestellte Formel: $C_{340}H_{392}N_{65}O_{75}S_3$ stimmt mit meinen Resultaten schon insoferne nicht überein, als es nach den von mir gewonnenen Zahlen unmöglich erscheint, dass drei Atome S im Eiweissmolecul enthalten sind. Ausserdem würde das Moleculargewicht derselben mit meinen Kupferzahlen nicht stimmen.

In der folgenden kleinen Tabelle stellte ich die procentischen Zahlen zusammen, welche sich aus den von Lieberkühn, Schützenberger und mir aufgestellten Eiweissformeln berechnen, im Vergleich mit den durchschnittlichen Zahlen, die bisher bei Verbrennungen des Eieralbumins gefunden worden sind.

	berechnet:			gefunden:
	Lieberkühn	Schützenberger	Harnack	im Durchschnitt
C	53,59	52,58	53,01	53,5
H	6,95	7,15	6,98	7,0
N	15,63	16,61	15,76	15,5
O	21,84	21,91	22,86	22,4
S	1,99	1,75	1,39	1,6

Die Zahlen der letzten Colonne sind natürlich nur als annähernd richtige zu betrachten: dass man bei der Verbrennung dieser N- und S-haltigen Körper nicht selten etwas zu viel C findet, habe ich auch bei meinen Analysen erfahren.

Wie man sieht, berechnet sich aus den Formeln von Lieberkühn und von Schützenberger ein zu niedriger O-Gehalt, und aus letzterer namentlich ein viel zu hoher N-Gehalt: 16,6% N sind wohl selten in einem Eiweisskörper gefunden worden.

Die von den anderen Autoren bei der Untersuchung anderer Metallalbuminate gefundenen Zahlen sind grösstentheils zu unsicher, um daraus bereits einen Schluss ziehen zu können. Nur für das Platinalbuminat stimmen die von zwei verschiedenen Untersuchern gewonnenen Zahlen auffallend überein: in dem durch Ausfällen der Eiweisslösung

¹⁾ Schützenberger, Bulletin de la Soc. chim., T. 23 et 24.

mit Platinchlorid gewonnenen Albuminate fanden nämlich Fuchs¹⁾: im Mittel 8,1% Pt und Commaille²⁾: 8,02% Pt.

Mit diesen Zahlen stimmt meine Formel sehr gut überein; denn für



berechnen sich fast 7,9% Pt.

Die Aufgabe weiterer Untersuchungen wird es nun sein zu prüfen, ob die Verbindungen des Albumins mit anderen Metallen nach den gleichen Aequivalentverhältnissen sich bilden, dann wird man auch an die Untersuchung der Metallverbindungen anderer Eiweisskörper gehen können.

Von Interesse wird es ferner sein zu entscheiden, ob sich das Eiweiss unter Umständen nicht auch mit einer grösseren Anzahl von Cu-Atomen verbinden kann und ob das Verbindungsgewicht für Eiweiss dabei das entsprechende bleibt.

Ob es gelingen wird über die Bedingungen des Entstehens der Albuminate von verschiedenem Kupfergehalte Näheres zu ermitteln, ist fraglich: die Thatsache, dass je nach verschiedenen Mischungsverhältnissen oder Concentrationsgraden beim Ausfällen verschiedene Verbindungen sich bilden, ist an sich nicht besonders auffallend; dafür besitzen wir bereits Analoga, wir brauchen nur an die Verbindungen des Harnstoffs mit salpetersaurem Quecksilber zu denken, aber die Frage, warum ich nicht Gemenge beider Verbindungen beim Ausfällen erhalten habe, bin ich zu beantworten ausser Stande.

Setzt man einer Quantität Eiweisslösung von bekanntem Eiweissgehalte genau so viel Kupfersalz zu, als dem Verbindungsverhältniss des zu erwartenden Albuminats gerade entspricht, so findet überhaupt kein Niederschlag statt, d. h. es muss um das Albuminat zur Ausscheidung zu bringen, stets Kupfersalz im Ueberschuss angewendet werden.

Jedenfalls beweisen aber meine analytischen Resultate, dass wir es mit sehr reinen, constant zusammengesetzten Eiweissverbindungen zu thun haben: von diesen Verbindungen

¹⁾ Fuchs, Annalen der Chemie, Bd. 151, S. 372.

²⁾ Commaille, moniteur scientifique, Octobre 1866.

ausgehend wird es vielleicht mit grösserem Vortheil als bisher möglich sein, Zersetzungsversuche anzustellen, einzelne N-Gruppen abzuspalten und so die Kenntniss der Eiweisskörper zu erweitern. Vielleicht empfehlen sich diese Verbindungen auch als Ausgangspunkt für die Peptondarstellung.

Ich glaube dargethan zu haben, dass das Vorgehen auf diesem Wege nicht ganz aussichtslos ist: was ich hier mitgetheilt habe, ist freilich nur ein Anfang, aber ich habe mich zur Publication entschlossen, um zu weiteren Untersuchungen nach dieser Richtung hin anzuregen; ich hoffe mich an diesen weiter betheiligen zu können, würde es aber freudig begrüßen, wenn dies auch von anderen Seiten her geschähe. Das Arbeitsfeld ist hier ein so grosses, dass Arbeitstheilung Noth thut, und die Resultate werden nur sehr langsam gewonnen.

Schliesslich will ich noch bemerken, dass bei anhaltendem Durchleiten von Schwefelwasserstoff durch das in Wasser vertheilte Kupferalbuminat allmählich eine Zersetzung eintritt, wobei sich die Substanz braunschwarz färbt. Bringt man den Brei nun auf's Filter, so enthält das Filtrat kein Eiweiss in Lösung, behandelt man aber den Brei mit Sodalösung, so nimmt diese einen Theil des Eiweisskörpers auf und das Filtrat bildet eine farblose, also kupferfreie Lösung, aus welcher sich der Eiweissstoff durch Säurezusatz leicht ausfällen lässt. Eine nähere Untersuchung des letzteren habe ich bisher noch nicht vorgenommen.

Halle a/S., im März 1881.
