

Ueber den Einfluss von Kupfer- und Zinksalzen auf die Hämoglobinbildung.

Von
Dr. W. Wolf.

(Aus dem pharmakologischen Institut zu Marburg.)
(Der Redaction zugegangen am 27. November 1898.)

Unter den Erklärungen der klinisch allgemein angenommenen günstigen Wirkung des Eisens bei Chlorose ist neuerdings besonders diejenige betont worden, nach der das Eisen nur indirekt durch Erregung des blutbildenden Apparates (Knochenmark etc.) nach Analogie der sogenannten Stoffwechsellreize, z. B. des Arseniks, wirke, nicht aber zum Aufbau des Hämoglobins selbst verwendet werde. Eine wesentliche Stütze dieser Ansicht würde gefunden sein, wenn sich nachweisen liesse, dass auch andere Stoffe, insbesondere Salze anderer Metalle, die blutbildenden Organe zu gesteigerter Thätigkeit anreizen. In der That sind solche Beobachtungen von mehreren Autoren angegeben, die sich meist auf Untersuchungen von syphilitischen Menschen nach Quecksilbergebrauch stützen. So fanden bei Syphilisbehandlung Keyes,¹⁾ Biegantski,²⁾ Caspari,³⁾ Robin,¹⁾ Martin,¹⁾ Hillet¹⁾ eine Vermehrung der rothen Blutkörperchen, der nach Untersuchungen von Wilbouchewicz¹⁾ und Galliard⁴⁾ bei längerem Gebrauch von Quecksilber eine Verminderung folgte; nur Lezius⁵⁾ bestreitet diesen Befund. Ausser der Vermehrung der rothen

¹⁾ Citirt nach Limbeck, Grundriss einer klinischen Pathologie des Blutes. 1896.

²⁾ Archiv f. Dermatologie und Syphilis. 1892. Bd. XXIV, S. 43.

³⁾ Deutsche med. Wochenschr., 1878, Nr. 24.

⁴⁾ Archives générales de méd., 1885, p. 527.

⁵⁾ Blutveränderungen bei der Anämie der Syphilitischen. Dorpat 1889. Inaug.-Diss.

Blutkörperchen wurde von Bieganski und Galliard auch eine Zunahme des Hämoglobingehaltes beobachtet, die stets auftrat und constant blieb. Letzterer verglich deshalb die Wirkung des Quecksilbers mit der des Eisens. Die Quecksilberwirkung an Thieren studirte Schlesinger,¹⁾ und zwar fand er eine Gewichtszunahme sowie eine Vermehrung der rothen Blutkörperchen. Er war der Meinung, dass durch Quecksilber der in normaler Weise auftretende Zerfall der rothen Blutkörperchen bei Gesunden gehemmt würde, und zum Theil deshalb eine stärkere Anhäufung von Fett an den Prä-dilectionsstellen zu Stande käme.

Was die Blutbeschaffenheit in Folge Einwirkung der Salze anderer Schwermetalle anlangt, so liegen Versuche von Mallassez²⁾ über Blei vor, der nach chronischer Bleivergiftung bei seinen Patienten eine Verminderung der Zahl der rothen Blutkörperchen, aber eine Vergrößerung der Formen nachwies. Ferner ist noch die Angabe von Bernatzik³⁾ über Silber, Kupfer und Zink zu erwähnen, der sich folgendermassen äussert: Diese Salze, die in ihrer arzneilichen Beziehung sehr nahe stehen, setzen, in minimalen Dosen eingegeben, die Zahl der rothen Blutkörperchen und damit die Ozonvorgänge im Blut herab. Neuerdings ist nun von Cervello und Barabini⁴⁾ auf Grund von Experimenten bei Salzen einer ganzen Reihe von schweren Metallen eine hämoglobinbildende Wirkung behauptet worden, und zwar — abgesehen von denen des Eisens — von Mangan, Kupfer, Zink und Quecksilber. Sie fanden an Hühnern, die sie 4 Wochen lang mit den Salzen der betreffenden Metalle gefüttert hatten, den Hämoglobingehalt der Thiere, mit Ausnahme der mit Zink gefütterten, vermehrt; dagegen war das Allgemeinbefinden der Thiere weniger gut, da nur drei von neun Versuchsthieren an Körpergewicht zugenommen, manche sogar erheblich abgenommen hatten. Die Hämoglobin-

1) Arch. f. exp. Path. u. Pharm., 1881, Bd. XIII, S. 317.

2) Gazette médic. de Paris 1874.

3) Encyclopädie der ges. Heilkunde. Bd. XI, S. 428.

4) Sul poterre ematogeno dei metalli pesanti. Palermo 1894.

bestimmung führten sie mit dem Fleisch'schen Hämometer aus. Sie beobachteten nun die grössten Steigerungen nach Eisen (30⁰/₀) und Quecksilber (26⁰/₀), die geringsten nach Kupfer (13⁰/₀) und Mangan (9—15⁰/₀). Bei weiteren Versuchen an Hühnern und Hunden gingen die beiden Autoren so vor, dass sie dieselben bei sonst eisenfreier Nahrung mit Kupfer- und Zinksalzen fütterten. Bei dieser Versuchsanordnung konnte ebenfalls eine Vermehrung des Hämoglobingehaltes festgestellt werden. Sie kamen daher zu dem Schluss, dass die Salze genannter Metalle eine dem Eisen ähnliche Wirkung haben. In einer anderen Arbeit wies Cervello¹⁾ an der Hand von klinischen Fällen einen günstigen Einfluss von Kupfersalzen auf die Blutbeschaffenheit und das Allgemeinbefinden bei der Behandlung der Anämie nach.

Auch Savoca²⁾ vermochte an Kranken bei Blutarmuth durch Verabreichung von Zinksalzen eine Steigerung des Hämoglobins zu constatiren, dessen Menge in den ersten Tagen sehr rasch zunahm, bald das Maximum erreichte, um dann nahezu constant zu bleiben. Ferner hat Scarpinato³⁾ die blutbildende Wirkung des Kupferhämols (2⁰/₀ Cu) erprobt. So fand er sowohl bei gesunden Hühnern als auch bei solchen, die durch Eisenentziehung blutarm gemacht waren, eine auffallende Steigerung des Hämoglobingehaltes. Auch bei Menschen mit Blutarmuth sah er einen ebensolchen deutlichen Einfluss nach Gebrauch dieses Mittels.

Es würde nun von grosser Bedeutung sein, wenn die in den genannten Arbeiten gewonnenen Resultate als richtig sich herausstellen sollten, weil man dann neue Mittel zur Verfügung hätte, um eine Regeneration des Blutes herbeizuführen.

Alle angeführten Autoren jedoch haben ihre Schlüsse betreffs der Blutbildung unter gewissen Einflüssen aus der Bestimmung der Zahl und Färbekraft der rothen Blutkörperchen

1) Sul porterre ematogeno dei metalli pesanti. Palermo 1894.

2) Influenza del rame nelle anemie. Palermo 1894.

3) Archivio di farm. e terap. 1895. (Citirt nach Archives italiennes de Biologie 1896, Bd. XXV.)

in einem Cubikmillimeter Blut gezogen. Diese Bestimmung gestattet aber nur einen Schluss auf die relative (d. h. die in der Volumeneinheit Blut enthaltene) Menge von Blutkörperchen und Blutfarbstoff, während das Gesamtvolumen des Blutes im Körper unbekannt und unberücksichtigt bleibt. Wie grossen Schwankungen aber das gesammte Blutvolumen (d. h. die Masse des Blutplasma) unterworfen ist, ohne dass eine Aenderung der Gesamtblutkörperchenmenge zu Grunde liegt, haben zahlreiche physiologische und klinische Untersuchungen an Menschen und Thieren zur Genüge gezeigt: erwähnt sei nur die Angabe von Buntzen,¹⁾ der nach reichlicher Mahlzeit eine Zunahme von 8—25⁰/₀, nach reichlichem Wassertrinken eine Abnahme von 5—12⁰/₀ der rothen Blutkörperchen beobachtete, sowie die Untersuchungen von Andreesen²⁾ über die Wirkung von vorübergehender Gefässverengerung oder Erschlaffung in Folge von Alkoholgenuss auf die relative Zahl der rothen Blutkörperchen. Sehr auffällig sind ferner in dieser Beziehung auch die Beobachtungen zahlreicher Autoren über die Wirkung des Höhenklimas auf das Blut. Bekanntlich zeigt das Blut bei niederem Barometerdruck sehr bald constant einen grösseren Gehalt an rothen Blutkörperchen und in der Regel auch an Hämoglobin als vorher bei höherem Barometerdruck und umgekehrt. Das Verdienst, diese merkwürdige, übrigens schon von P. Bert (1887) und von Viault (1889) entdeckte Thatsache erkannt und experimentell näher untersucht zu haben, gebührt Miescher³⁾ und seinen Schülern Egger,⁴⁾ Karcher, Suter und Veillon.⁵⁾ Miescher und mit ihm noch eine Reihe weiterer Beobachter wie Köppe⁶⁾ und Wolff⁷⁾ in

1) Om Ernäringsens og Blodtabets Indflydelse paa Blodt. Doctor-disputats. Kjöbenhavn 1879.

2) Diss. Dorpat 1883.

3) Korrespondenzblatt für Schweizer Aerzte 1893, Nr. 24.

4) Verhandlungen des XII. Congresses für innere Medicin 1893.

5) Archiv f. exp. Path. u. Pharm. 1897, Bd. 39.

6) Münch. med. Wochenschrift 1890 Nr. 41, 1893 Nr. 11, 1895 Nr. 36.

7) Ueber den Einfluss des Gebirgsklimas auf den gesunden und kranken Menschen. Wiesbaden 1895.

Reiboldsgrün (700 m.), Schroeder¹⁾ in Görbersdorf (561 m.) Meissen und Schröder²⁾ in Hohenhonnef (236 m.) nehmen an, dass es sich bei der Wirkung des Höhenklimas, d. h. des verminderten Sauerstoff-Partialdruckes, um vermehrte Neubildung, d. h. absolute Vermehrung der rothen Blutkörperchen und des Hämoglobins handele. Aber auch hier ist mit Recht der Einwand erhoben worden, dass aus der beobachteten relativen nicht ohne Weiteres auf eine absolute Vermehrung der rothen Blutzellen und ihres Farbstoffes geschlossen werden dürfe, dass es sich vielmehr um Aenderungen der Blutconcentration handeln könne; und in der That glaubt Weiss³⁾ das Letztere durch eine unter Bunge's Leitung ausgeführte Untersuchung bewiesen und die Erklärung von Miescher widerlegt zu haben. Die Methodik, deren sich Weiss und auch Häusermann⁴⁾ in einer späteren Arbeit, die den Einfluss von Eisenfütterung auf die Hämoglobinbildung zum Gegenstand hatte, bediente und die für uns hier von besonderem Interesse ist, war folgende. Er nahm Kaninchen von demselben Wurf und liess die Hälfte als Kontrollthiere in Basel (265 m.), während er die andere Hälfte theils auf dem Pilatus (2070 m.), theils in Andermatt (1444 m.) 4 Wochen lang bei derselben Nahrung hielt. Nach dieser Zeit wurde eine Blutkörperchenzählung vorgenommen und der relative Hämoglobingehalt bestimmt. Dann wurden die Thiere mit Aether getödtet und in Eis verpackt nach Basel geschafft. Dort entfernte man Fell und Verdauungstractus, zerhackte das Thier und extrahirte mit Wasser so lange, als noch eine röthliche Färbung der ablaufenden Flüssigkeit, die auf Gegenwart von Blut schliessen liess, erkennbar war, was oft eine Dauer bis zu 24 Stunden beanspruchte. Diese ganze Verarbeitung wurde auf Eis ausgeführt. Die gewonnene Flüssigkeit wurde gemessen, durch ein dickes Papierfilter filtrirt und mit einer Pferdehämoglobinlösung ver-

1) Veränderungen des Blutes in Görbersdorf bei Gesunden und Phthisikern. Diss. Halle. 1895.

2) Münch. med. Wochenschrift 1897, Nr. 23 und 24.

3) Zeitschr. f. physiol. Chem. 1897, Bd. XXII.

4) Zeitschr. f. physiol. Chem. 1897, Bd. XXIII.

glichen. Späterhin hat Bunge¹⁾ selbst bei der Untersuchung, ob Eisen aus den Cerealien vom Organismus assimiliert werde, diese Methode etwas vervollkommenet und genauere Angaben über die Art ihrer Ausführungen gemacht. Danach wird der Cadaver nicht nur auf dem Filter ausgewaschen, sondern in einem Colirtuch mit der Hand ausgepresst: die trübe Flüssigkeit wird in der Kälte durch geeignete Papierfilter (Nr. 591 von Schleicher und Schüll) unter Vermeidung eines zu hohen Filtrationsdruckes — um das Hindurchpressen von Fetttropfen zu verhindern — filtrirt: es resultirt dann ein völlig klares, für die colorimetrische Vergleichung geeignetes Filtrat.

Gegen diese Methodik, namentlich wie sie zuerst von Weiss und dann von Häusermann angewandt wurde, können wir auf Grund unserer eigenen später angeführten Versuche einige Bedenken nicht unterdrücken. Erstens scheint uns die völlige Erschöpfung des Thierbreies an Farbstoff durch die beschriebene Art kaum erreichbar: es gelang uns zum Zweck der vollständigen Hämoglobinextraction aus dem Thierbrei niemals bei einfachem Coliren und selbst nach wiederholtem Auspressen unter einem Druck von 150 Atmosphären mit weniger als ca. 725 cem. Extractflüssigkeit aus Cadavern von ca. 60 g. Gewicht auszukommen: Weiss gibt an 150—160 cem. aus zerkleinertem Cadaver von 30 g. Gewicht. Auch die lange Dauer der Extraction ohne Druck scheint uns wegen der leichten Zersetzlichkeit des Blutfarbstoffes in solcher Organsaftflüssigkeit bedenklich: das Stehenlassen über Eis gibt dagegen keine Sicherheit. Endlich dürfte die colorimetrisch schätzende Vergleichung im auffallenden Licht nicht den Werth haben wie die genauere photometrische Methode.

In der That sind denn auch die Resultate von Weiss-Bunge neuerdings durch die mit exacterem Verfahren angestellten Untersuchungen von Suter und Jaquet,²⁾ wie es scheint, sicher widerlegt worden.

Wenn nun die von Cervello etc. untersuchten Schwer-

1) Zeitschr. f. physiol. Chem. 1898, Bd. XXV.

2) Höhenklima und Blutbildung. Miescher's Arbeiten II. 1897.

metalle eine den Gesammthämoglobingehalt vermehrende Wirkung haben sollten, wie jene Forscher annehmen, so kann erwartet werden, dass sich dies durch Bestimmung des Gesammthämoglobingehaltes ganzer Thiere in oben angedeuteter Weise feststellen lassen müsste. Auf Veranlassung von Herrn Professor Hans Meyer habe ich deshalb für zwei der erwähnten Metalle, nämlich für Kupfer und Zink, die Frage zu entscheiden unternommen.

Methode.

Als Versuchsthiere verwandten wir Ratten, die in grösseren Würfeln leicht zu Gebote standen und wegen ihrer Grösse und Verpflegung für unsere Zwecke sehr geeignet waren.

Jeder von unseren 4 Schlägen, von denen je 2 mit demselben Metallsalz gefüttert wurden, zählte 3 Versuchs- und 2 Kontrollthiere, sodass sich unsere Untersuchungen auf 12 Versuchs- und 8 Kontrollthiere erstreckten. Es wäre nun für das Resultat der Arbeit von grossem Interesse gewesen, wenn wir den anfänglichen relativen Hämoglobingehalt hätten bestimmen können. Wir mussten jedoch davon absehen, da wegen der Kleinheit der Thiere aus einem angestochenen oberflächlichen Gefäss (z. B. am Ohr) nicht genügend Blut ausfloss und die Freilegung eines tiefer liegenden Gefässes ein zu schädigender Eingriff gewesen wäre.

Die Thiere wurden, um jedes Nagen an Metalltheilen zu verhüten, in Glasgefässen gehalten. Wegen der grossen Empfindlichkeit der Ratten gegen Abkühlung mussten die Glasbehälter mit Watte, die jeden 2.—3. Tag bei der Reinigung der Gefässe erneuert wurde, ausgefüllt und in geheiztem Zimmer aufgestellt werden. Nur zum Fressen wurden die Thiere isolirt, sonst waren die Versuchs- und die Kontrollthiere von jedem Schlage je in einem besonderen Behälter untergebracht. Als Nahrung bewährte sich am besten fein zerkleinerte Semmel, von der wir die tägliche Portion mit 5 cem. Milch angerührt gaben. Die Versuchsthiere von 2 Schlägen erhielten nun ausserdem Cuprum sulfuricum und die der beiden andern Zincum sulfuricum. Die Salze wurden fein gepulvert und unter die Semmel durch inniges Verreiben gemengt, und zwar 0,05 g. Cuprum

resp. Zincum sulfuricum zu 100 g. Semmelpulver. Auf diese Weise enthielt 1 g. Nahrung ungefähr $\frac{1}{2}$ mgr. Cuprum resp. Zincum sulfuricum. Zuerst gaben wir täglich 1 resp. 2 g. und stiegen dann langsam bis zu 5 g. Semmel resp. Semmelsalzmischung. Auf diese Weise erreichten wir, dass die Thiere das Futter vollständig auffrassen. Da Analysen der Semmel und der Milch ergaben, dass in der den Thieren pro die gereichten Nahrung nicht genügend Eisen zugeführt wurde, um normale Hämoglobinbildung überhaupt zu ermöglichen, so setzten wir der täglichen Nahrung ein organisches Eisenpräparat zu, und zwar 0,05 g. Hämalbumin (Dahmen), von dem 1 g. nach 2 übereinstimmenden Analysen 0,0059 g. Eisen enthielt; also bekamen die Versuchs- wie die Kontrollthiere in der Tagesdosis ca. 0,3 mgr. Eisen in Form von organischen Verbindungen.

Die Thiere zeigten in der ganzen Zeit ein gutes Befinden, nahmen gleichmässig wie normal wachsende Thiere an Gewicht zu. Die Fütterungszeit betrug 41—50 Tage. Das Wägen wurde stets vor der Fütterung vorgenommen und fand jeden 4. Tag statt, nachdem das Anfangsgewicht bestimmt war.

Gewichtstabelle.

I. Schlag (CuSO₄).

	Kontrollthier 1.	Kontrollthier 2.	Versuchsthier 1.	Versuchsthier 2.	Versuchsthier 3.
Anfangsgewicht in g.	53	52,5	49,5	54,5	48
Endgewicht	66,17	69,96	65,11	71,96	62,91
Zunahme in g. . . .	13,17	17,46	15,61	17,46	14,91
Zunahme in % . . .	24,85	33,25	31,53	32,03	30,06

II. Schlag (CuSO₄).

Anfangsgewicht in g.	96,5	90,5	96,5	90,5	100
Endgewicht	100,5	106,11	109,81	110,51	121,10
Zunahme in g. . . .	4,0	15,61	13,31	20,01	21,10
Zunahme in % . . .	4,15	17,24	13,79	22,12	21,10

III. Schlag (ZnSO₄).

	Kontroll- thier 1.	Kontroll- thier 2.	Versuchs- thier 1.	Versuchs- thier 2.	Versuchs- thier 3.
Anfangsgewicht in g.	60	65	62	60	60
Endgewicht	77.01	77.70	85.26	87.00	78.36
Zunahme in g. . . .	17.01	12.70	23.26	27.00	18.36
Zunahme in %	28.33	19.53	37.51	45.00	30.60

IV. Schlag (ZnSO₄).

Anfangsgewicht in g.	42	40	43	39	42
Endgewicht	70	69.76	73.86	72.51	73.56
Zunahme in g. . . .	28	29.76	30.86	33.51	31.56
Zunahme in %	66.66	74.40	71.76	85.92	72.76

Am Ende der Fütterungszeit wurden die Thiere wieder gewogen und mit Aether in einem Glasgefäss narkotisiert: in der Narkose wurde dann durch Einstich in das blossgelegte Herz mit einer innen mit oxalsaurem Natron angefeuchteten Spritze 0.5—0.9 ccm. Herzblut entnommen. Davon gaben wir eine genau gemessene Menge in ein verschliessbares Gläschen, das oxalsaures Natron und Kochsalz in einem bestimmten Mengenverhältniss (1 : 9) enthielt. Aus diesem Gläschen wurde nur Blut entnommen:

1. Zur Zählung der rothen Blutkörperchen mittelst des Zeiss-Thoma'schen Apparates mit dem von Miescher¹⁾ modificirten Mélangeur. Aus 2 verschiedenen Blutproben wurde jedesmal eine Zählung von 200 Feldern ausgeführt: von diesen 2 gefundenen Zahlen wurde das Mittel genommen.

2. Zur Hämoglobinbestimmung, und zwar stets in $\frac{1}{100}$ Verdünnung.

Der Cadaver wurde enthäutet und das Fell, von Blutspuren befreit, gewogen. Der Verdauungstractus wurde herausgeschnitten, sorgfältig gereinigt und zur Hauptmasse zurückgebracht, die dann zerschnitten und mit dem Wiegemesser auf einer Bleiplatte fein zerkleinert wurde. Der Brei wurde in einer Schale mit destillirtem Wasser 1—2 Stunden im Keller

¹⁾ Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 1897, Bd. XXXIX.

stehen gelassen und dann zwischen zwei in starkes Colirtuch eingeschlagenen Platten einer Differentialhebelpresse ausgepresst, und zwar unter einem Druck von ca. 150 Atmosphären. Dies Verfahren musste 3—4 Mal wiederholt werden: vor jedem Auspressen feuchteten wir den Rückstand mit destillirtem Wasser an, beschränkten uns aber auf einen möglichst geringen Verbrauch von Wasser. Wenn die Pressflüssigkeit schliesslich farblos abfloss, war die Auspressung beendet: wir setzten dann dem Extract die sämtlichen Blutrückstände zu und füllten im Messcylinder auf. Die so gewonnene Flüssigkeit betrug im Minimum 500, im Maximum 950 ccm.: sie wurde gut durchgeschüttelt und an einem kalten Orte aufbewahrt. Da indessen auch Fette, Schleim und Eiweissstoffe in den Presssaft übergegangen waren, so musste geklärt werden. Wir erreichten dies nach mehreren Versuchen, wobei wir das Princip verfolgten, eine Klärung durch Erzeugen eines Niederschlages zu erzielen, mit folgendem Verfahren: Wir entnahmen dem Presssaft einige Proben mit der 10 ccm.-Pipette, versetzten sie mit gemessenen Mengen von Baryumchlorid und Natriumoxalatlösung und centrifugirten. Alsdann erhielten wir eine völlig klare Flüssigkeit, die zur Hämoglobinbestimmung geeignet war. Der geringe Bodensatz, der in den centrifugirten Proben entstand, zeigte in der Regel eine schwach röthliche Färbung, jedoch konnten wir diesen als hämoglobinfrei nachweisen: denn eine Lösung des Bodensatzes in Wasser und kohlen-saurem Natron war spektroskopisch hämoglobinfrei, also dürfte es sich um niedergerissene Fleischpartikelchen handeln. Unsere Hämoglobinbestimmungen führten wir mit dem spektroskopischen Apparat nach der spektrophometrischen Methode von Vierordt mit dem Krüss'schen symmetrischen Spalt aus, und zwar stets bei Petroleumlicht. Die Untersuchungen wurden von 2 Beobachtern an gewöhnlichem und an Kohlenoxyd-Hämoglobin bei verschiedener Spaltweite gemacht und auf mehrere Kontrollbestimmungen ausgedehnt, so dass wir jedes Mal über 4—8 Ablesungen verfügten: aus den gewonnenen Werthen wurde das Mittel genommen. Die Farbenvergleichung fand stets im Grün (Wellenlänge 536—548 λ) statt.

Wegen der Technik des Verfahrens und der Berechnung verweisen wir auf die diesbezüglichen Werke von Vierordt¹⁾ und Krüss.²⁾ — Gleichzeitig wurde noch eine grosse Zahl von Bestimmungen mit dem von Miescher³⁾ modificirten Fleisch'schen Hämometer kontrollirt, von dessen Brauchbarkeit wir uns hinlänglich überzeugten. (Siehe Seite 453-456.)

Das Ergebniss unserer Untersuchungen war sonach in kurzer Zusammenfassung das folgende:

Zwischen unseren Versuchs- und Kontrollthieren ergab sich kein wesentlicher Unterschied in der Gewichtszunahme. Beide frassen gleich gut und nahmen in demselben Verhältniss zu. Ferner konnten wir keinen Einfluss der von uns geprüften Salze (Kupfer und Zink) auf das Blut bei der Blutkörperchenzählung und Hämoglobinbestimmung — und zwar weder absolut noch relativ — constatiren, denn die Befunde ergaben bei den Versuchs- und Kontrollthieren immer fast dieselben Werthe. Das Resultat unserer Untersuchung entspricht also nicht dem der italienischen Autoren. Ob dies nun durch die andere Methode der Bestimmung, die wir eingeschlagen haben, oder durch irgend welche anderen Verhältnisse bedingt ist, vermögen wir nicht festzustellen.

1) Die Anwendung des Spektralapparates zur Photometrie. Tübingen 1873.

2) Colorimetrie und quantitative Spektralanalyse.

3) Arch. f. exp. Path. und Pharm., 1897, Bd. XXXIX. S. 385.

I. Schlag (Cu)

Anfangsgewicht.	Endgewicht.	Fütterungstage.	Cu. sulf.		Hämoglobin			Blutkörperchen			Blut			
			pro die.	Sa.	Total.	pro Kilo Thier.	in 100 ccm. Blut.	auf 1 Million Blut-köpp.	im ganzen Thier.	auf 1 g. Thier.	in 1 cmm. Blut.	ccm. auf 100 g. Thier	ohne Fell.	mit Fell.
Kontrollthier 1. 53	Endgewicht 66,17	41	—	—	0,340	6,29	12,57	0,014	23,160	428	8,5	2,71	5,00	4,10
	Fell 12,1													
	Verarbeitet 54,07													
Kontrollthier 2. 52 1/2	Endgewicht 69,96	46	—	—	0,311	5,46	10,81	0,012	25,760	453	8,9	2,87	5,05	4,10
	Fell 13,1													
	Verarbeitet 56,86													
Versuchsthier 1. 49 1/2	Endgewicht 65,11	45	0,00183	0,0825	0,280	5,32	12,66	0,015	18,660	354	8,4	2,21	4,20	3,39
	Fell 12,45													
	Verarbeitet 52,66													
Versuchsthier 2. 54 1/2	Endgewicht 71,96	43	0,00180	0,081	0,331	5,55	9,28	0,011	29,690	498	8,3	3,57	5,99	4,96
	Fell 12,3													
	Verarbeitet 59,6													
Versuchsthier 3. 48	Endgewicht 62,91	42	0,00177	0,0805	0,264	5,18	11,25	0,014	18,730	367	7,9	2,35	4,60	3,76
	Fell 11,95													
	Verarbeitet 51,00													

II. Schlag (Cu).

Anfangsgewicht. g.	Endgewicht. g.	Fütterungstage.	Cu. sulf. g.		Hämoglobin g.			Blutkörperchen Millionen			Blut cem.			
			pro die.	Sa.	Total.	pro Kilo Thier.	in 100 cem. Blut.	auf 1 Million Blut-korp.	in ganzen Thier.	auf 1 g. Thier.	in 1 cem. Blut.	Total.	auf 100 g. Thier ohne Fell. mit Fell.	
Kontrollthier 1. 96,5	Endgewicht	35	—	—	0,495	6,27	8,03	0,012	41,000	518	6,6	6,17	7,80	6,16
	Fell													
	Verarbeitet													
Kontrollthier 2. 90,5	Endgewicht	39	—	—	0,400	4,76	11,08	0,014	27,000	321	7,5	4,29	4,29	3,39
	Fell													
	Verarbeitet													
Versuchsthier 1. 96,5	Endgewicht	36	0,00229	0,0825	0,484	5,67	10,40	0,014	33,320	390	7,2	5,46	5,46	4,23
	Fell													
	Verarbeitet													
Versuchsthier 2. 90,5	Endgewicht	37	0,00229	0,085	0,454	5,30	10,51	0,014	31,590	427	8,4	5,09	5,09	3,80
	Fell													
	Verarbeitet													
Versuchsthier 3. 100	Endgewicht	38	0,00229	0,0875	0,473	4,96	10,09	0,011	43,750	459	9,3	4,92	4,92	3,87
	Fell													
	Verarbeitet													

III. Schlag (Zn).

Anfangsgewicht. g.	Endgewicht. g.	Fütterungstage.	Zn. sulf. g.		Hämoglobin g.				Blutkörperchen Millionen			Blut ccm.		
			pro die.	Sa.	Total.	pro Kilo Thier.	in 100 ccm. Blut.	auf 1 Million Blutkörper.	Total.	auf 1 g. Thier.	in 1 ccm. Blut.	Total.	auf 100 g. Thier	ohne Fell.
Kontrollthier 1. 60	Endgewicht 77,01	46	—	—	0,336	5,64	11,90	0,017	19,810	332	7,0	2,83	4,74	3,67
	Fell 17,4		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Verarbeitet 59,61		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kontrollthier 2. 65	Endgewicht 77,70	50	—	—	0,370	5,88	13,00	0,018	20,480	326	7,2	2,84	4,53	3,65
	Fell 14,85		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Verarbeitet 62,85		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Versuchsthier 1. 62	Endgewicht 85,26	47	0,00225	0,084	0,304	4,52	11,63	0,016	18,280	272	6,8	2,66	3,96	3,11
	Fell 18,05		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Verarbeitet 67,21		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Versuchsthier 2. 60	Endgewicht 87,00	48	0,00225	0,086	0,420	5,72	12,29	0,019	22,420	305	6,5	3,42	4,65	3,93
	Fell 13,60		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Verarbeitet 73,40		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Versuchsthier 3. 60	Endgewicht 78,36	49	0,00225	0,088	0,402	6,32	14,42	0,018	22,880	360	8,2	2,79	4,39	3,57
	Fell 14,82		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Verarbeitet 63,54		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

IV. Schlag (Zn).

Anfangsgewicht. P.	Endgewicht. g.	Fütterungstage.	Zn. sulf. g.		Hämoglobin g.			Blutkörperchen Millionen			Blut ccm.			
			pro die.	Sa.	Total.	pro Kilo Thier.	in 100 ccm. Blut.	auf 1 Million Blut-körp.	Total.	auf 1 g. Thier.	in 1 cmm. Blut.	Total.	auf 100 g. Thier ohne Fell. mit Fell.	
Kontrollthier 1. 42	Endgewicht	44	—	—	0,367	6,36	15,41	0,024	15,310	264	6,4	2,38	4,13	3,40
	Fell													
	Verarbeitet													
Kontrollthier 2. 40	Endgewicht	49	—	—	0,394	7,00	12,15	0,017	22,550	400	6,9	3,24	5,76	4,64
	Fell													
	Verarbeitet													
Versuchsthier 1. 42	Endgewicht	46	0,0022	0,084	0,379	6,41	12,25	0,015	25,830	437	8,3	3,09	5,24	4,04
	Fell													
	Verarbeitet													
Versuchsthier 2. 39	Endgewicht	47	0,0022	0,0865	0,398	6,78	10,91	0,014	28,740	490	7,9	3,64	6,21	5,01
	Fell													
	Verarbeitet													
Versuchsthier 3. 43	Endgewicht	48	0,0022	0,089	0,347	5,90	12,15	0,017	20,020	340	7,0	2,86	4,86	3,88
	Fell													
	Verarbeitet													

Analytische Belege.

Schlag I. (CuSO_4).

Kontrollthier 1.

Verarb. Gewicht: 54,07.

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 2:7) = 9,04 Mill. in 1 cmm.

9,05

8,24

8,13

Mittel 8,55 Mill.

Hämoglobin 12,57%.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 600 ccm.

Darin Hämoglobin 0,057%.

Kontrollthier 2.

Verarb. Gewicht: 56,86,

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 8:18) = 9,54 Mill. in 1 cmm.

9,55

Mittel 9,545 Mill.

Hämoglobin 10,81%.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 580 ccm.

Darin Hämoglobin 0,054%.

Versuchsthier 1.

Verarb. Gewicht: 52,66,

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 9:19) = 8,36 Mill. in 1 cmm.

9,66

8,22

9,70

Mittel 8,98 Mill.

Hämoglobin 12,66%.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 600 ccm.

Darin Hämoglobin 0,047%.

Versuchsthier 2.

Verarb. Gewicht: 59,6.

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 3:13) = 8,48 Mill. in 1 cmm.

8,19

Mittel 8,3 Mill.

Hämoglobin 9,28%.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 610 ccm.

Darin Hämoglobin 0,054%.

Versuchsthier 3.

Verarb. Gewicht: 51,0,
im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 5:15) = 11,4 Mill. in 1 cmm.
11,6

Mittel 11,5 Mill.

Hämoglobin 11,25 %.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 1100 ccm.

Darin Hämoglobin 0,024 %.

Schlag II. (CuSO₄).

Kontrollthier 1.

Verarb. Gewicht: 79,09,
im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 9:19) = 6,89 Mill. in 1 cmm.
6,35

Mittel 6,62

Hämoglobin 8,03 %.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 750 ccm.

Darin Hämoglobin 0,066 %.

Kontrollthier 2.

Verarb. Gewicht: 84,0,
im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 7:17) = 7,25 Mill. in 1 cmm.
7,87

Mittel 7,56 Mill.

Hämoglobin 11,08 %.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 965 ccm.

Darin Hämoglobin 0,041 %.

Versuchsthier 1.

Verarb. Gewicht: 85,3,
im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 5:15) = 7,96 Mill. in 1 cmm.
6,48

Mittel 7,22 Mill.

Hämoglobin 10,40 %.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 860 ccm.

Darin Hämoglobin 0,056 %.

Versuchsthier 2.

Verarb. Gewicht: 85,6,
im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 6:16) = 8,25 Mill. in 1 cmm.
8,71

Mittel 8,48 Mill.

Hämoglobin 10,51 %.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 950 ccm.

Darin Hämoglobin 0,048 %.

Versuchsthier 3.

Verarb. Gewicht: 95,4,

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 8:18) = 9,14 Mill. in 1 cmm.
9,50

Mittel 9,32 Mill.

Hämoglobin 10,09%.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 820 ccm.

Darin Hämoglobin 0,058%.

Schlag III. ($ZnSO_4$).

Kontrollthier 1.

Verarb. Gewicht: 59,61,

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 8:18) = 6,6 Mill. in 1 cmm.
7,4

Mittel 7,0 Mill.

Hämoglobin 11,90%.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 750 ccm.

Darin Hämoglobin 0,046%.

Kontrollthier 2.

Verarb. Gewicht: 62,85,

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 8:18) = 6,8 Mill. in 1 cmm.
7,6

Mittel 7,2 Mill.

Hämoglobin 13,00%.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 790 ccm.

Darin Hämoglobin 0,047%.

Versuchsthier 1.

Verarb. Gewicht: 67,21,

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 5:15) = 7,3 Mill. in 1 cmm.
6,6

Mittel 6,8 Mill.

Hämoglobin 11,43%.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 715 ccm.

Darin Hämoglobin 0,043%.

Versuchsthier 2.

Verarb. Gewicht: 73,40,

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 8:18) = 6,9 Mill. in 1 cmm.
7,1

Mittel 6,5 Mill.

Hämoglobin 12,29%.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 810 ccm.

Darin Hämoglobin 0,052%.

Versuchsthier 3

Verarb. Gewicht: 63.54.

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 9 : 19) = 8.6 Mill. in 1 cmm.
7.8

Mittel 8.2 Mill.

Hämoglobin 14.42 %.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 690 ccm.

Darin Hämoglobin 0.058 %.

Schlag IV. (ZnSO₄).

Kontrollthier 1.

Verarb. Gewicht: 57.78.

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 8 : 18) = 5.9 Mill. in 1 cmm.
6.9

Mittel 6.4 Mill.

Hämoglobin 15.41 %.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 640 ccm.

Darin Hämoglobin 0.057 %.

Kontrollthier 2.

Verarb. Gewicht: 56.31.

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 9 : 19) = 7.3 Mill. in 1 cmm.
6.5

Mittel 6.9 Mill.

Hämoglobin 12.15 %.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 510 ccm.

Darin Hämoglobin 0.077 %.

Versuchsthier 1.

Verarb. Gewicht: 59.06.

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 6 : 16) = 8.0 Mill. in 1 cmm.
8.6

Mittel 8.3 Mill.

Hämoglobin 12.25 %.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 550 ccm.

Darin Hämoglobin 0.069 %.

Versuchsthier 2.

Verarb. Gewicht: 58.66.

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 8 : 18) = 8.6 Mill. in 1 cmm.
7.2

Mittel 7.9 Mill.

Hämoglobin 10.91 %.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 505 ccm.

Darin Hämoglobin 0.079 %.

Versuchsthier 3.

Verarb. Gewicht 58,81.

im Herzblut gefund. r. Blutk. (in der Verdünnung 9:19) = 6,7 Mill. in 1 cmm.

7,3

Mittel 7,0 Mill.

Hämoglobin 10,91 %.

Menge des Presssaftes des gz. Thieres 540 ccm.

Darin Hämoglobin 0,064 %.

Am Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Hans Meyer, für die Anregung und Unterstützung bei dieser Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Zu besonderem Danke fühle ich mich auch Herrn Dr. Rost verpflichtet, der mir bei den Untersuchungen mit Rath und That zur Seite stand.