

**XXII.****Zur Blutlehre.**

Von Dr. G. Sacharjin zu Moskau.

---

Eine sichere Methode, das Procent der Blutkörperchen und des Plasmas im Blute zu bestimmen und dadurch die Vertheilung der Blutbestandtheile in den Blutkörperchen und im Plasma zu finden, bildet schon lange eine wichtige und bis jetzt noch nicht gelöste Aufgabe der physiologischen Chemie. Viele Chemiker und Physiologen suchten diese Aufgabe auf eine oder andere Weise zu lösen. Die Einen hofften im defibrinirten Blute die Blutkörperchen vom Serum direct trennen zu können (Figuier, Dumas). Andere, in der Voraussetzung, die Blutkörperchen enthalten kein Chlor, schlugen vor, diesen Umstand zu benutzen, um aus dem Chlorprocent im Blute und im Serum das Serumprocent im Blute zu berechnen, dann würden, das apart gefundene Fibrinprocent im Blute zum Serumprocent addirt, — das Plasma procent im Blute, und dieser letzte Werth, vom Blute, als vom Ganzen abgezogen, — das Procent der Blutkörperchen im Blute ergeben (Zimmermann). Als es sich herausstellte, dass die Blutkörperchen nicht chlorfrei sind, so suchte man eine solche Substanz (Zimmermann —  $BaONo_5$ ), welche, dem Blute beigefügt, sich bloss im Serum auflöste und in die Blutkörperchen nicht einzudringen vermöchte; eine Substanz also, welche bei der Analyse die Rolle des Chlors spielte, wenn dieser sich nur im Serum befände. Von gewissen Betrachtungen ausgehend, schlug man weiter vor, die sogenannten „trockenen Blutkörperchen“, — den Werth, welchen man nach der ursprünglichen Methode der Blutanalyse von Prévost und Dumas bekommt, — mit einem beständigen Factor (nach C. Schmidt — 4) zu multipliciren und das Ergebniss als Procent der Blutkörperchen („feuchten“) im Blute zu betrachten.

(C. Schmidt). Endlich um die Aufgabe zu lösen, suchte man (Vierordt) das Volumen der Blutkörperchen und deren Zahl in einer gegebenen Blutmenge zu bestimmen. Dies sind die Hauptwege, auf denen man das obenerwähnte Ziel zu erreichen hoffte. Von den fünf ebengenannten Methoden der Blutanalyse wurden die drei ersten bald verlassen, denn die Voraussetzungen, auf denen die beiden ersten beruhten, — die Möglichkeit, die Blutkörperchen vom Serum nach der Figuier-Dumas'schen Methode zu trennen und die Abwesenheit des Chlors in den Blutkörperchen, — erwiesen sich als unrichtig; was aber die dritte Methode anbelangt, so hat sich Zimmermann selbst davon überzeugt, dass das BaO<sub>5</sub> in die Blutkörperchen übergehe. Obgleich er zur Berichtigung der daraus entstehenden Berechnungsfehler vorschlug, sich desselben Umstandes zu bedienen, mit Hülfe dessen er sich vom Eindringen des BaO<sub>5</sub> in die Blutkörperchen überzeugte, nämlich, dass Blut, welchem BaO<sub>5</sub> zugesetzt wird, eine gewisse Zeitlang nicht coagulirt, die Blutkörperchen aber sich senken (auf welche Weise es möglich wird, die Plasmascicht abzunehmen und nachdem man ihren Fibrin gehalt bestimmt hat, aus dem Fibrinprocent des Plasmas und aus dem apart gefundenen Fibrinprocent des Bluts das Plasma procent und folglich das Procent der Blutkörperchen im Blute zu berechnen), so blieb es doch noch immer unbekannt, auf welche Weise das endosmotische Verhältniss zwischen Blutkörperchen und Plasma durch Zusatz von BaO<sub>5</sub> verändert wird. Unter den zwei letzten Methoden hat nur die von C. Schmidt eine ausgedehntere Anwendung gefunden. Wir brauchen uns nicht bei der Betrachtung dieser Methode aufzuhalten, sowohl desshalb, weil sie schon bei ihrer Erscheinung eine eingehendere Kritik und manche wohl begründete Einwürfe von Seiten Scherers (Canstatt's Jahresbericht über die Fortschritte der gesammten Medicin im Jahre 1850, B. 2, S. 52), Funkes (Canstatt's Jahresb. etc. im J. 1851, B. 1, S. 80), besonders aber von Seiten Zimmermanns (Archiv für physiol. Heilkunde 1852, B. XI, S. 280 ff.) und Vierordt's (Archiv für physiol. Heilkunde 1852, B. XI, S. 49 ff.) hervorgerufen hat, als auch weil einige Resultate unserer Untersuchungen direkt zeigen, dass der von C. Schmidt vorgeschlagene bestän-

dige Faktor 4 unrichtig ist. Wir müssen aber hinzufügen, dass bekanntlich C. Schmidt selbst und die eifrigsten Anhänger seiner Methode darin einig waren, dass der Faktor 4 keine absolut richtigen Resultate geben kann, sondern nur als „Mittel der höchsten Annährung“ (Lehmann, Handb. d. physiol. Chemie, 2te Aufl. B. II, S. 188) zu betrachten ist. Um die in Rede stehende Aufgabe, wenigstens für einige Blutarten, nämlich für das Pferdeblut, zu lösen, ist Hoppe (Zur Blutanalyse, in Virchow's Archiv, B. XII, S. 483 ff.) auf den glücklichen Gedanken gekommen, den Umstand zu benutzen, dass in diesen Blutarten das Senken der Blutkörperchen früher als die Fibringerinnung eintritt, so dass eine Schicht ungeronnenen Plasmas sich auf der Oberfläche des Blutes bildet. Hoppe hat vorgeschlagen, diese Schicht abzunehmen und die Menge des darin enthaltenen Fibrins zu bestimmen; indem man auf diese Weise das Fibrinprocent des Plasmas erfährt und, andererseits, das Fibrinprocent des Bluts aus einer besonderen Blutportion bestimmt, berechnet man das Plasmaprocent und folglich auch das Procent der Blutkörperchen in diesem Blute. Das Serumprocent ergibt sich durch Abzug des Fibrinprocents des Bluts aus dem Plasmaprocente. Hat man eine Serumportion analysirt, so berechnet man daraus die Menge der Bestandtheile des Serums und folglich auch des Plasmas von 1000 Th. Bluts; nach der Analyse einer Blutportion berechnet man die Menge der Bestandtheile von 1000 Th. Bluts; durch Abzug des ersten Werthes vom zweiten ergibt sich die Menge der Bestandtheile der Blutkörperchen von 1000 Th. Bluts. Auf diese Weise erfährt man das Procent des Plasmas und der Blutkörperchen im Blute, so wie auch die Vertheilung der Blutbestandtheile im Plasma und in den Blutkörperchen. Um die Fibrinmenge genauer und leichter zu ermitteln, hat Hoppe einen dazu geeigneten Apparat empfohlen. Er hat auch auf die Mängel seiner Methode hingewiesen und die Grenzen der möglicherweise daraus entspringenden Fehler gezeigt. Der Hauptmangel besteht darin, dass aus den analytischen Daten, welche gewöhnlich nur kleine Grössen darstellen, 20—40 mal bedeutendere berechnet werden, dass also ein Fehler in diesen Daten bei der Berechnung 20—40 mal grösser wird. Zu gleicher Zeit

zeigte Hoppe aber auch, dass die, auf diese Weise entstehenden, Fehler relativ nur sehr gering sind. Die Hauptsache aber ist, dass sie schon darum nicht mit den Fehlern anderer Methoden verglichen werden können, weil sich die letzteren weder voraussehen noch genau bestimmen lassen, denn einige von den bei der Berechnung betheiligten Werthen in diesen Methoden sind mehr oder weniger willkürliche Grössen, während alle solche Werthe in Hoppe's Methode analytische Daten darstellen. Meinerseits füge ich hinzu, dass ich bei meinen Analysen des Pferdebluts nach Hoppe's Methode die Gelegenheit hatte, mich von der Ausführbarkeit dieser letzteren zu überzeugen. Es gelang mir regelmässig, die nöthige Menge Plasma (15—30 Grm.) abzunehmen; und in solchen Fällen, wo die Gerinnung des Fibrins nur sehr langsam vor sich ging, die Blutkörperchen dagegen sich sehr schnell senkten, hätte man die 10fache Quantität Plasma erhalten können.

Indem Hoppe seine Methode vorschlug, hat er auch auf bekannte physiologische Fragen hingewiesen, deren Lösung durch eine genügend genaue Bestimmungsmethode des Procents der Blutkörperchen und des Plasmas im Blute ermöglicht wird. Er selbst theilt uns die Resultate einer Analyse des Pferdeblutes mit, die er nach seiner Methode ausgeführt hat; aus dieser Analyse aber, welche nicht vollständig ist, ergeben sich nur das Prozent der Blutkörperchen und des Plasmas im Blute und der Gehalt von beiden an festen Bestandtheilen. Anfangs hatte ich die Absicht, einige Pferdeblutanalysen nach der Hoppe'schen Methode zu machen, um das Prozent des Plasmas und der Blutkörperchen im Blute, so wie auch die Vertheilung verschiedener Blutbestandtheile im Plasma und in den Blutkörperchen näher kennen zu lernen. Allein durch einige Resultate meiner ersten Analysen und auch durch die Zahlen, welche aus Hoppe's analytischen Daten berechnet werden können, wurde ich auf andere Gedanken gebracht und das Ziel meiner Untersuchungen geändert. Hier sind diese Resultate:

Hoppe's Analyse. 26,084 Grm. Plasma enthielten 0,265 Grm. Fibrin; 68,657 Grm. Blut gaben 0,470 Grm. Fibrin. — Hieraus werden in 1000 Th. Blut 327,780 Blutkörperchen und 672,220 Plasma, und in diesem letzteren (d. h. in 1000 Th. Blut) 6,850 Fibrin und 665,370 Serum berechnet. — 75,307 Grm. Blut gaben 14,767 Grm. festen Rückstandes (vielleicht zu viel, weil der Rückstand mög-

licherweise nicht vollkommen getrocknet war. Hoppe); hieraus werden in 1000 Th. Blut 196,090 festen Rückstandes und 803,910 Wasser berechnet. — 8,958 Grm. Serum gaben 0,822 Grm. festen Rückstandes und 8,136 Grm. Wasser. Um aus diesen Daten den Werth der sogenannten trockenen Blutkörperchen von Prévost und Dumas zu berechnen, haben wir folgendes Verhältniss: 8,136 : 0,822 = 803,910 : x, woraus x = 81,220. Also entsprechen den 803,910 Wassers des hypothetischen Serums von Prévost und Dumas — 81,220 festen Rückstandes, und dies + 6,850 Fibrin gibt 88,070. Hieraus ergeben sich die hypothetischen trockenen Blutkörperchen von Prévost und Dumas = 196,090 — 88,070, d. i. 108,020. Multiplizieren wir nun diese Zahl mit dem Schmidt'schen Faktor 4, so erhalten wir 432,080 „feuchte“ Blutkörperchen für 1000 Th. Blut, während die directe Berechnung aus den analytischen Daten nur 327,780 ergibt.

Meine 1ste Analyse. 14,685 Grm. Plasma gaben 0,104 Grm. Fibrin; 17,508 Grm. Blut gaben 0,079 Grm. Fibrin. Folglich enthalten 1000 Th. Blut 362,900 Blutkörperchen und 637,100 Plasma, und dieses letztere 4,512 Fibrin und 632,588 Serum. 19,064 Grm. Blut gaben 3,551 Grm. festen Rückstandes; 23,703 Grm. Serum gaben 1,910 Grm. festen Rückstandes. Hieraus, in 1000 Th. Blut — 186,263 festen Rückstandes und 813,737 Wasser, und in 1000 Th. Serums — 80,580 festen Rückstandes und 919,420 Wasser. Zur Bestimmung der trockenen Blutkörperchen von Prévost und Dumas dient das Verhältniss: 919,420 : 80,580 = 813,737 : x, woraus x = 71,317. Also entsprechen den 813,737 Wassers des hypothetischen Serums von Prévost und Dumas 71,317 festen Rückstandes, und dies + 4,512 Fibrin = 75,829. Demnach sind die hypothetischen trockenen Blutkörperchen von Prévost und Dumas = 186,263 — 75,829, d. i. 110,434; und dies, mit dem Schmidt'schen Faktor 4 multiplizirt, gibt 441,736 „feuchter“ Blutkörperchen für 1000 Th. Blut, während in der That in den letzteren nur 362,900 enthalten sind.

Meine 2te Analyse. 11,287 Grm. Plasma gaben 0,083 Grm. Fibrin; 15,732 Grm. Blut gaben 0,077 Grm. Fibrin; demnach befinden sich in 1000 Th. Blut 334,482 Blutkörperchen und 665,518 Plasma und in den letzteren 4,894 Fibrin und 660,624 Serum. 10,155 Grm. Blut gaben 2,003 Grm. festen Rückstandes, also enthalten 1000 Blut 197,240 festen Rückstandes und 802,760 Wasser; 25,033 Grm. Serum gaben 2,276 Grm. festen Rückstandes und 22,757 Grm. Wasser. Zur Bestimmung der hypothetischen trockenen Blutkörperchen von Prévost und Dumas dient das Verhältniss: 22,757 : 2,276 = 802,760 : x, woraus x = 80,286. Demnach entsprechen den 802,760 Wasser des hypothetischen Serums von Prévost und Dumas 80,286 festen Rückstandes, und dies + 4,894 Fibrin gibt 85,180. Demnach sind die hypothetischen trockenen Blutkörperchen von Prévost und Dumas = 197,240 — 85,180, d. i. 112,060; und dies, mit dem Schmidt'schen Faktor 4 multiplizirt, gibt 448,240 „feuchter“ Blutkörperchen für 1000 Th. Blut, während in der That in den letzteren nur 334,482 enthalten sind.

Obgleich C. Schmidt in seinem berühmten Werke (Charakteristik der epidemischen Cholera, 1850.) nirgends ausdrücklich er-

wähnt, dass der Faktor 4 für das Blut aller Thiere gültig ist, so scheint es doch zweifellos, dass er gerade in diesem Sinne von ihm vorgeschlagen war. Er spricht nur vom Blute überhaupt. Die Experimente, auf die er seine Methode basirt, wurden mit dem Blute verschiedener Thiere unternommen (Pferdeblut, Schafblut). Ausser den Analysen des Menschenblutes bringt er noch die Bestimmung der Alkalien (K und Na) und der Säuren (Cl und  $Po_6$ ) im Blute eines Hundes, einer Katze, eines Schafes und einer Ziege, wobei er zur Berechnung der quantitativen Vertheilung dieser Stoffe in den Blutkörperchen und im Plasma sich seines Faktors 4 bedient. Selbst die Hypothese eines constanten Faktors verdankt seinen Ursprung Folgendem (op. cit. S. 17—18): „Stellt man eine Reihe Paralleluntersuchungen mit Blutarten (also mit dem Blute verschiedener Thiere) an, deren Scheidung in Serum und Blutkuchen möglichst vollständig erfolgt, so ergiebt sich ein constantes Verhältniss im beiderseitigen Gehalt an festen Bestandtheilen; je reicher das Serum an letzteren, desto concentrirter der Blutkuchen und umgekehrt.“ Daraus schliesst C. Schmidt, dass auch der Werth, der nach der Methode von Prévost und Dumas für die sogenannten trockenen Blutkörperchen berechnet wird, in einem constanten Verhältniss zum wahren Gehalt des Blutes an „feuchten“ Blutkörperchen stehe. Aus diesen Gründen war der Schmidt'sche Faktor 4 als für alle Blutarten gültig betrachtet: das zeugen z. B. die bekannten Lehmann'schen Analysen des Pferde- und Hundeblutes (Canstatt's Jahrb. etc. im J. 1851, B. I, S. 81 ff. und im J. 1855, B. I, S. 187 ff.), so wie auch die Analysen verschiedenster Blutarten von Jones (Bericht über die Fortschritte der Anat. und Physiol. im J. 1857 von Henle und Meissner, S. 221 ff.).

Aus den oben angeführten Zahlen sieht man, dass die mit Hülfe des Schmidt'schen Faktors erhaltenen Resultate fürs Pferdeblut bedeutend verschieden sind von denen, welche durch direkte Bestimmung des Blutkörperchengehaltes (nach Hoppe's Methode) ermittelt wurden; sie übertreffen nämlich die letzteren in einem Falle um etwas weniger als  $\frac{1}{2}$  und in zwei anderen um  $\frac{1}{3}$  des wirk-

lichen Blutkörperchengehaltes. Es war also natürlich vorauszusetzen, dass auch in den Schmidt'schen Analysen des Menschenblutes der durch den Faktor 4 berechnete Blutkörperchengehalt dem wirklichen nicht entspricht, nämlich diesen übertrifft. Ich beeile mich hinzuzufügen, dass ich dessen keineswegs in der Absicht erwähne, zu polemisiren, oder um die Frage über die Vorteile und Mängel der Schmidt'schen Methode anzuregen, welche zu ihrer Zeit schon von Anderen beurtheilt worden ist, sondern einzig und allein desswegen, weil dieser Umstand, wie wir sogleich sehen werden, mich auf den Gedanken meiner weiteren Untersuchungen geführt hat. Ferner bin ich, obgleich nach den weiter oben mitgetheilten Resultaten der drei Analysen das Verhältniss des wirklichen Blutkörperchenprocentes im Blute zu den hypothetischen trockenen Blutkörperchen von Prévost und Dumas so ziemlich constant ist, nämlich fast 3 (327,780 : 108,020; — 362,900 : 110,434; — 334,482 : 112,060), dennoch keineswegs gesonnen, diese Zahl statt des Schmidt'schen Faktors vorzuschlagen: erstens desshalb, weil die obenerwähnte Zahl der Analysen zur Ableitung eines solchen Faktors unzulänglich wäre; — zweitens, weil die Existenz eines solchen constanten Faktors sich nur auf obenerwähnte Betrachtung gründet, aus welcher durchaus nicht zu ersehen ist, wie gross diese Constanz ist; — und drittens, weil die Resultate der erwähnten Analysen die Möglichkeit darbieten, uns direkt davon zu überzeugen, dass diese Constanz, wenigstens für das Blut verschiedener Thiere, nicht sehr gross sein kann. In der That, nach C. Schmidt ist der constante Faktor 4, nach der direkten Bestimmung aber (s. oben) 3; was für ein Resultat würden wir nun erzielen, wenn wir, im Vertrauen auf die Existenz eines constanten Faktors, und nachdem wir in drei Fällen auf direktem Wege gefunden haben, dass dieser Faktor (d. i. das Verhältniss des wirklichen Blutkörperchenprocentes im Blute zu den trockenen Blutkörperchen von Pr. und D.) = 3 ist, — wenn wir, sage ich, mit seiner Hülfe einige Resultate der ersten Schmidt'schen Analyse des Menschenblutes berechneten (op. cit. S. 22 ff.)? Das Resultat würde folgende Incongruität sein: C. Schmidt fand 513,02 Blutkörperchen in 1000 Blut; folglich waren die trockenen

Blutkörperchen von Pr. und D. in seiner Analyse — 513,02 : 4, d. i. 128,255. Wenn wir diese Zahl mit 3 multiplizieren, so erhalten wir 384,765 Blutkörperchen und also 615,235 Plasma in 1000 Blut. Versuchen wir zu berechnen, wie viel Natrium auf die von uns gefundene Menge Plasma kommt. Schmidt fand, dass 486,980 Grm. Plasmas 1,661 Grm. Natrium enthalten; folglich enthalten 615,235 Grm. Plasma 2098 Grm. Natrium. — Also kommen auf die Menge Plasma in 1000 Grm. Blut, welche wir vermittelst des Faktors 3 berechneten, — 2.098 Grm. Natrium, während C. Schmidt auf direktem Wege in allen 1000 Grm. Blut nur 1,902 Grm. Natrium (1,661 Grm. im Plasma und 0,241 Grm. in den Blutkörperchen) fand; — woraus der Unterschied, selbst wenn wir annehmen, dass sich in den Blutkörperchen kein Natrium befindet, = 0,196 (2,098—1,902) Grm., d. i.  $\frac{1}{10}$  des ganzen Natriumprocentes im Blute. Folglich giebt der in einem Falle auf direktem Wege erhaltene Faktor, bei seiner Anwendung in einem anderen Falle, falsche Resultate. Es ist klar, dass noch bestimmt werden muss, wie gross die Constanz eines solchen Faktors ist, d. i. des Verhältnisses des Blutkörperchenprocentes im Blute zu dem Werthe, welcher trockene Blutkörperchen von Prévost und Dumas genannt wird.

Demzufolge waren die oben angeführten Resultate der drei Analysen, ohne uns zu bewegen, den Schmidt'schen Faktor gegen das von uns aufgefondene Verhältniss zu vertauschen, nur Anlass dazu, dass wir, nachdem wir uns auf direktem Wege von der Unzuverlässigkeit dieses Faktors überzeugt, an der Richtigkeit des Blutkörperchenprocentes in den Schmidt'schen Analysen zweifeln müssten, und, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, weit eher annehmen dürfen, dass dieses letztere das wirkliche Blutkörperchenprozent übertrifft. Ist aber dieses Schmidt'sche Procent grösser als das wirkliche, so muss natürlich auch die quantitative Vertheilung der verschiedenen Blutbestandtheile in den Blutkörperchen und im Plasma eine andere sein. Unsere Aufmerksamkeit war besonders auf das Natrium gerichtet. Aus den oben angeführten Daten der ersten Schmidt'schen Analyse erhellt, dass, wenn man auch als Faktor nicht nur 3, sondern sogar  $3\frac{1}{2}$  (oder etwas we-

niger) annähme, d. i. eine dem Schmidt'schen Faktor 4 näher kommende Zahl, als das von uns gefundene Verhältniss 3, so würde es sich dennoch zeigen, dass die Blutkörperchen gar kein Natrium enthalten. Dies führte uns auf den Gedanken, zu untersuchen, ob nicht vielleicht das Natrium nur dem Plasma oder dem Serum angehört, und ob man also dies nicht zur Bestimmung des Blutkörperchenprocentes im Blute benutzen könnte, in ähnlicher Weise, wie Zimmermann zu demselben Zwecke das Chlor anwenden wollte, und Hoppe beim Pferdeblut das Fibrin benutzte. C. Schmidt's Analysen des Menschenblutes brachten uns auf diese Gedanken; aber wir sind nur im Stande gewesen, ihn am Pferdeblute zu berichtigten, in welchen <sup>†</sup> Weber's Analysen eine ähnliche Vertheilung des Natrium nachweisen \*). — Unser Endziel blieb doch immer die Bestimmung des Blutkörperchenprocentes im Menschenblute, — eine Bestimmung, zu welcher Hoppe's Methode, wegen der raschen Gerinnung des Fibrins und des langsamem Senkens der Blutkörperchen im Menschenblute unanwendbar ist. Wir durften nicht erwarten, ein ähnliches Verhältniss in allen Blutarten vorzufinden, da die Unmöglichkeit einer solchen Voraussetzung schon aus den Schmidt'schen Analysen von Hunde-, Schaf- und Katzenblut hervorgeht (op. cit. pag. 14). In der That fand Schmidt in den anorganischen Substanzen der Blutkörperchen und des Plasmas dieser Thiere fast ein gleiches Prozent von Natrium, und zwar:

	in den Blutkörperchen		im Plasma	
	K.	Na.	K.	Na.
des Hundes	— 6,05 pCt.	— 36,17 pCt.	— 3,25 pCt.	— 39,68 pCt.
der Katze	— 7,85	— 35,02	— 5,17	— 37,64
des Schafes	— 14,57	— 38,07	— 6,56	— 38,56

Da die analytischen Daten eines solchen Chemikers, wie C. Schmidt, das vollste Vertrauen verdienen, und wir höchstens seine Berechnungsweise (mit Hülfe des Faktors 4) in Zweifel ziehen

\*) Weber (Poggend. Ann. B. 81. S. 106 u. 114) fand im Pferdeblute, in den anorganischen Substanzen des Serums — 51,76 pCt. NaO und 2,95 pCt. KO nach der einen Analyse, und 50,48 pCt NaO und 2,80 pCt. KO nach einer anderen; und in den anorganischen Substanzen des Blutkuchens desselben Blutes — 41,25 pCt. KO und 12,80 pCt. NaO nach der einen und 42,57 pCt. KO und 12,96 pCt. NaO nach der anderen.

dürfen, so können wir auch, selbst bei Voraussetzung eines Fehlers in diesen letzteren, nicht annehmen, dass alles Natrium dem Plasma angehöre. Bei dieser Annahme müsste ein bedeutendes Quantum Kalium ebenfalls zum Plasma übergehen, so dass in den Blutkörperchen eine kaum merkliche Menge Alkalien zurückbliebe. Da C. Schmidt bei den erwähnten Analysen keine analytische Daten, sondern nur die Resultate der Berechnung (vermittelst des Faktors 4) anführt, so können wir keine andere Folgen einer solchen Beziehung der ganzen Menge Natrium zum Plasma voraussehen; allein schon aus den oben erwähnten Betrachtungen erheilt, dass an eine solche Beziehung nicht zu denken ist. Aber die Resultate der Schmidt'schen Menschenblutanalysen geben eine solche Möglichkeit zu. Die Resultate einer Analyse sind oben angeführt. C. Schmidt bringt noch folgende Mittelzahlen von acht Blutanalysen gesunder und kranker Menschen (op. cit. pag. 14): in 100 Th. anorganischer Substanzen waren, in den Blutkörperchen — 40,89 K und 9,71 Na, im Plasma — 5,19 K und 37,74 Na enthalten. — Diese Daten einerseits, und anderseits die Wahrscheinlichkeit, dass das Blutkörperchenprocent im Blute, welches vermittelst des Schmidt'schen Faktors 4 ermittelt worden ist, grösser als das wirkliche und das Plasmaprocent folglich geringer sei, gestatten die Voraussetzung, dass das ganze Natrium im menschlichen Blute dem Plasma angehört, — da natürlich das Procent des letzteren grösser als das von Schmidt berechnete sein muss, wenn das wirkliche Blutkörperchenprocent geringer ist, als das, welches Schmidt berechnet hat. Wie schon gesagt, ist es uns unmöglich gewesen, uns von der Existenz oder der Nichtexistenz eines solchen Verhältnisses im Menschenblute zu überzeugen, weil die einzige, dazu brauchbare Methode Hoppe's bei diesem letzteren nicht anwendbar ist. Nur das Pferdeblut bot die Möglichkeit dazu dar. Es ist übrigens begreiflich, dass selbst, wenn das Vorhandensein eines solchen Verhältnisses (das Vorhandensein des Natrium bloss im Plasma) im Pferdeblute erwiesen wäre, man dasselbe speciell sowohl im Menschenblute, als überhaupt in Blutarten, welche mit dem Pferdeblute in Bezug auf die Vertheilung der Alkalien im Blatkuchen und im Blutserum ähnlich sind, erst noch nachweisen

müsste, ehe man darin ein solches annehmen dürfte. Zu diesem Beweise aber müsste man erst eine besondere Methode auffinden, da man die Hoppe'sche Methode, z. B. beim Menschenblute nicht anwenden kann. Ehe wir aber eine solche Methode suchten, wünschten wir natürlich uns von der Existenz oder Nichtexistenz des obigen Verhältnisses wenigstens in irgend einer Blutart zu überzeugen, welche mit dem Menschenblute in Bezug auf die Verteilung der Alkalien im Blutkuchen und im Blutserum Aehnlichkeit hat; und zwar in derjenigen Art, wo die Untersuchung dieses Verhältnisses möglich war, nämlich im Pferdeblute.

Zu diesem Zwecke verfuhr ich auf folgende Weise: in einer Portion Plasma wurde das Fibrin bestimmt, ebenso wie in einer Portion Blut; hieraus wurde direkt, wie oben gezeigt, das Procent des Fibrin, des Plasma (folglich auch des Serum) und der Blutkörperchen in 1000 Theilen Blut berechnet. In apart genommenen Portionen Blut und Serum wurde die Menge des Natrium bestimmt. Hieraus wurde einerseits die Quantität des Natrium berechnet, welche in dem auf 1000 Th. Blut berechneten Serumprocent enthalten war, und anderseits die Quantität des Natrium in allen 1000 Th. Blut. Wenn das Natrium nur im Serum (Plasma) enthalten wäre, so hätten sich beide Quantitäten als vollkommen gleich erweisen müssen.

Es ist begreiflich, dass es für meinen Zweck von der höchsten Wichtigkeit war, das Natrium aus dem Blute und aus dem Serum so vollständig als möglich zu bekommen und dessen Menge möglichst genau zu bestimmen. Deshalb beschloss ich, mich mit den Grundarbeiten über die Bestimmung der anorganischen Substanzen in den organischen Körpern bekannt zu machen, und namentlich mit den Arbeiten von Heinrich Rose, Weber (Poggend. Ann. B. 70, 76, 79, 80 u. 81) und Strecker (Ann. der Chemie und Pharm. B. 73), um mich an den Quellen selbst davon zu überzeugen, welche Bürgschaft wir für die Richtigkeit der vorgeschlagenen analytischen Methoden haben. Aus der näheren Bekanntschaft mit diesen Quellen zeigt sich, dass die vorgeschlagenen Methoden sich vor Allem auf die verschiedenen Betrachtungen gründen, welchen Veränderungen die anorganischen Substanzen in

Folge verschiedenartiger Verfahrungsweisen der Analyse (Verkohlung, Einäscherung etc.) ausgesetzt sein können, und bis zu welchem Grade sich jene Substanzen dabei verlieren oder erhalten können. So wichtig auch dergleichen Betrachtungen sind, so sind sie natürlich doch im nur Stande, unsere Wahl des einen oder des andern analytischen Verfahrens zu motiviren, ohne endgültige Beweise für die Richtigkeit desselben zu liefern. Um sich von dieser Richtigkeit zu überzeugen, wurden für's Erste Analysen eines und desselben Stoffes nach verschiedenen Methoden vorgenommen, und aus dem Grade des Uebereinstimmung der Resultate auf den Grad der Richtigkeit jener Methoden geschlossen. Eine solche Garantie ist natürlich sehr schwach, weil die Richtigkeit jeder der verglichenen Methoden im Einzelnen völlig unbekannt war. Zweitens nahm man seine Zuflucht zu einem anderen Mittel, welches in der That, in dem gehörigen Maass durchgeführt, auf direktem Wege die Frage über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der verschiedenen analytischen Methoden entscheiden könnte. Dieses Mittel bestand darin, dass man einer organischen Substanz, welche keine anorganische Stoffe enthält, (nämlich dem Zucker) eine gewisse Menge dieser letzteren beifügte, die Mischung einer Analyse nach der einen oder anderen Methode unterwarf, und aus dem Ergebniss, ob man von neuem anorganische Substanzen in der hinzugefügten Menge erhielt, den Werth der Methode beurtheilte.

Sehen wir jetzt, in wiefern die Vorzüge der verschiedenen Methoden auf die eine oder andere Weise dargethan werden. Uns interessirt eigentlich nur die Bestimmung des Natrium und desshalb werden wir auch diese nur im Auge behalten. Um die Richtigkeit der Erdmann'schen Methode der Verkohlung und Verbrennung der erhaltenen Kohle im Muffel des Muffelofens zu beweisen, mischte Strecker (Ann. der Chemie u. Pharm. B. 73, S. 366 ff.) Chlornatrium mit Zucker und analysirte die Mischung auf die genannte Weise. Er erhielt fast die ganze Menge Kochsalz zurück (statt 5,207 Grm. — 5,203 in dem einen Falle, und in dem andern statt 2,674 Grm. — 2,673). Allein diese Versuche sind, wie Rose (Poggend. Ann. B. 80, S. 113) ganz richtig bemerkt, desshalb nicht überzeugend, weil Strecker das Chlornatrium mit zu-

geringen Quantitäten Zucker mischte, nämlich mit 8,370 Grm. in dem einen Falle und mit 10 Grm. in dem anderen; es blieb also unentschieden, ob das Chlornatrium sich wirklich auch in dem Falle nicht verflüchtigen wird, wenn die Menge der organischen Substanz weit bedeutender ist (wie das gewöhnlich in der Mehrzahl der Körper der Fall ist, die aus einer Mischung organischer und anorganischer Substanzen bestehen) und folglich die Verkohlung und Verbrennung der Kohle länger dauern muss. Zur Unterstützung der alten Methode von Rose (Verkohlung, Ausziehen der Kohle mit Wasser und Salzsäure und consecutive Verbrennung mit Platinchlorid, — Poggend. Ann. B. 70, S. 449 u. B. 76, S. 305), mischte Weber verschiedene anorganische Substanzen mit grösseren Mengen Zucker und analysirte die Mischung \*) (Poggend. Ann. B. 79, S. 418). Beim Versuch mit Chlornatrium (S. 424—425) erhielt er nur 94,20 pCt. der mit Zucker gemischten Quantität von Chlornatrium zurück; folglich waren 5,80 pCt. verloren. Ferner analysirte er Eiweiss und Eigelb (Poggend. Ann. B. 79, S. 398), das Serum und das Coagulum von Pferdeblut (Poggend. Ann. B. 81, S. 91) nach der erwähnten Methode von Rose, und zugleich nach einer andern (Ausziehen einer durch Hitze coagulirten organischen Substanz mit Wasser, dann mit Salzsäure und Analyse des Residuum nach dem Ausziehen nach Rose's Methode). Der Unterschied der Resultate nach beiden Methoden, in Bezug auf die Menge von K und Na, war im Allgemeinen nicht bedeutend, so dass man die Resultate als sehr übereinstimmend bezeichnen kann. So günstig aber auch dieser Umstand für die Richtigkeit beider Verfahrungsweisen ist, so kann derselbe doch nicht ganz dafür bürgen, weil die Richtigkeit keiner dieser Methoden im Einzelnen bewiesen ist. Der direkte Versuch aber mit Chlornatrium zeigt, dass nach der ersten Methode Etwas von dieser Substanz verloren geht. — Endlich zur Unterstützung der zweiten Rose-schen Methode (Verkohlung und Verbrennung der Kohle mit Platinschwamm, Pogg. Ann. B. 80, S. 94) mischte Weber auf ähnliche Weise anorganische Substanzen mit Zucker und analysirte

\*) Eigentlich wurden diese Experimente zu einem anderen Zwecke angestellt (s. loc. cit.), sie haben aber dieselbe controllirende Bedeutung.

die Mischung. Bei zwei Versuchen (Pogg. Ann. B. 80, S. 108 bis 110) erhielt er beinahe die ganze angewandte Menge Natrium (55,02 statt 55,17 und 49,15 statt 49,27) zurück. Leider aber wurden diese Versuche nur mit Zucker angestellt, was schwerlich als Beweis für die Richtigkeit der Methode im Falle des Vorhandenseins der Eiweissstoffe dienen kann, deren Verkohlung und Einäscherung so schwer vor sich geht. Ueberdies bemerkt Heintz (Lehrbuch der Zoochemie 1853, S. 870) mit Recht gegen die Erdmann'sche und gegen die zweite Rose'sche Methode Folgendes: „Diese Methoden leiden beide an dem Mangel, dass man nicht mit vollkommener Sicherheit und in jedem Falle vor Verlusten geschützt ist, und namentlich, dass man kein leichtes Mittel hat, solche Verluste zu bemerken. Es möchte sehr schwer sein, die Temperatur so inne zu halten, dass nicht doch hier oder da eine Verflüchtigung oder eine derartige Zersetzung stattfinden könnte, wie sie S. 858 näher angedeutet sind.“ Im erwähnten Werke von Heintz wird die Mitscherlich'sche Methode vorgeschlagen, mit Heintz's eigenen Abänderungen, eine Methode, welche in der That viele Garantien bietet, dennoch aber nicht durch direkte, den oben angeführten ähnlichen, Versuche bestätigt ist.

Wie aus dem Vorhergehenden erhellt, konnte ich mich, bei näherer Bekanntschaft mit den verschiedenen Methoden der Bestimmung anorganischer Substanzen und zwar besonders des Natriums in den organischen Körpern, nicht von der Unfehlbarkeit jener Methoden überzeugen. Von der andern Seite ersah ich aus Weber's Arbeiten, welche bedeutende Menge Alkalien man aus organischen Körpern vermittelst der blossen Extrahirung mit Wasser erhalten kann. Diess brachte mich auf den Gedanken, zu versuchen, ob man nicht mit Wasser die ganze im Blute und Serum enthaltene Menge Kalium und Natrium extrahiren könnte. Zu diesem Zwecke verfuhr ich auf folgende Weise. Eine gewisse Menge Blut oder Serum — gewöhnlich gegen 20 Grm. — wurde getrocknet (wobei die Eiweissstoffe gerannen) und dann zerkleinert. Zu letzterem Zwecke wurden trockenes Blut und Serum nicht gestossen,

weil sie entweder so spröde sind, dass sie beim Stossen nach allen Seiten umherstieben, — so dass dabei ein Verlust unmöglich zu vermeiden ist — oder (besonders das Blut) so hart sind, dass man sie fast nur mit dem Hammer zerschlagen kann. Dessenhalb brachte ich das trockene Blut und das Serum in einen Porcellanmörser, goss destillirtes Wasser hinzu und liess es einige Zeit ( $\frac{1}{4}$  bis 1 Stunde) stehen, bis diese Stoffe so weit erweicht waren, dass man sie schneiden konnte. Wenn es nicht nöthig ist, die Menge der bei 100° sich nicht verflüchtigenden Substanzen zu bestimmen, so kann man geradezu das Blut und das Serum nur so weit trocknen, bis man dieselben schneiden kann. Mit Hülfe einer kleinen Pincette zerschnitt ich die ganze Masse mit einer Scheere in möglichst kleine Stückchen, und nachdem ich die Pincette und die Scheere mit destillirtem Wasser (in den Mörser) abgespült hatte, zerrieb ich das Ganze mit dem Pistill. Besonders gut liess sich das Blut zerrreiben. Dann wurden das Wasser und die zerriebene Masse in ein Becherglas gebracht, der Mörser natürlich auch mit destillirtem Wasser in dasselbe Glas abgespült. Im Becherglase wurde darauf das Ganze  $\frac{1}{2}$  —  $\frac{3}{4}$  Stunde lang gekocht (im Wasserbade), und das Wasser dann so vollständig als möglich auf das Filter abgegossen, zu dem Inhalte des Becherglases fügte ich aber von Neuem eine gleiche Quantität destillirten Wassers hinzu und liess dasselbe ebenso lange kochen. Dieses Verfahren wiederholte ich gewöhnlich fünf mal. Beim Kochen wurde der Inhalt des Glases häufig mit einem Glasstab umgerührt. Zuletzt wurde die ganze zerkleinerte Masse aus dem Glase auf das Filter abgespült und auf letzterem noch einige Mal mit heissem destillirten Wasser ausgewaschen. Wenn ich dann 6 — 8 Unc. Waschwasser sammelte, dieses verdampfte, den Rest nach der Verdampfung verkohlte und die Kohle verbrannte, so blieb nach Verbrennung dieser letztern gewöhnlich Nichts mehr übrig. Zur Bearbeitung wurden gewöhnlich gegen 20 Grm. Blut oder Serum genommen, was ungefähr für das Blut — 4 und für das Serum — 1,8 Grm. festen Rückstandes entspricht. Zum fünfmaligen Kochen nahm ich jedes Mal gegen 50 Kubik Ctm. destillirtes Wasser, so dass endlich, nach dem Abspülen auf dem Filter und dem Auswaschen auf diesem

letzteren, gegen 350—400 Cem. wässerigen Extracts erhalten wurden. Das letztere wurde verdampft, der Rest nach der Verdampfung getrocknet und in einem Porcellantiegel verkohlt. Die Verkohlung erfolgte ausserordentlich schnell und leicht bei sehr niedriger Temperatur, welche schwerlich den Grad der Rothglühhitze erreichte. Die Kohle, von welcher man eine höchst unbedeutende Menge erhielt, wurde mit heissem Wasser extrahirt und auf dem Filter so lange ausgewaschen, bis das Waschwasser nach seiner Verdampfung keinen Rückstand zurückliess. Zu dem, auf solchem Wege erhaltenen, wässerigen Kohlenextract wurde ein Tropfen Baryt (bis zur alkalischen Reaction) und Chlorbaryum, so lange sich ein Niederschlag bildete, hinzugefügt. Der letztere war gewöhnlich sehr gering. Nach einer  $\frac{1}{4}$  —  $\frac{1}{2}$  stündigen Erwärmung der Flüssigkeit wurde dieser Niederschlag abfiltrirt und ausgewaschen. Zum Filtrate wurden kohlensaures Ammoniak und Aetzammoniak hinzugefügt, um den überschüssigen Baryt zu entfernen, der erhaltene Niederschlag wurde (am folgenden Tage) abfiltrirt und mit destillirtem Wasser und einigen Tropfen Ammoniak ausgewaschen. Das Filtrat wurde bis zur Trockne verdampft, und das darin enthaltene Chlorammonium in einem Porcellantiegel vorsichtig ausgetrieben. Das Gewicht des Restes nach Entfernung des Chlorammonium, d. i. das Gewicht der Chloralkalien wurde bestimmt (das Gewicht des Tiegels war bekannt). Darauf wurde dieser Rest in etwas Wasser aufgelöst, durch ein kleines gewogenes Filter aus schwedischem Papier filtrirt und letzteres ausgewaschen. Nach Trocknung und Verbrennung des Filters blieben gewöhnlich nach Abzug seiner Asche 0,005 bis 0,008 Grm. übrig, welche sich als Kieselsäure oder als kohlensaurer Baryt erwiesen. Die auf diesem Wege gefundene Grösse wurde von der Grösse abgezogen, welche für die Chloralkalien gefunden war, und der Rest gab die Menge der Alkalien (K und Na) in der Form von Chloralkalien. Zur Bestimmung der Menge des Kalium und Natrium im Einzelnen wurde zum oben erwähnten Filtrate (von der Kieselsäure oder dem kohlensauren Baryt), welches Chloralkalien enthielt, eine genügende Menge Platinchlorid hinzugefügt, worauf die Mischung fast bis zur Trockne verdampft und dann mit absolutem Alkohol versetzt wurde.

Nach Verlauf von 24 Stunden wurde das gebildete  $\text{KPtCl}_3$  auf einem kleinen getrockneten und gewogenen Filter abfiltrirt, mit absolutem Alkohol ausgewaschen, auf dem Filter bei  $100^\circ$  getrocknet, mit diesem letztern gewogen und auf diese Weise sein Gewicht bestimmt. Nach Abzug des aus  $\text{KPtCl}_3$  berechneten Quantum Chloralkalium von der für die ganze Menge der Chloralkalien ermittelten Grösse ergab sich die Menge des Chlornatrium und folglich auch des Natrium.

Parallel-Bestimmungen der Alkalien im Blute, welche auf angegebene Weise ausgeführt wurden, gaben identische Resultate: 22,385 Grm. Blut gaben 0,165 Grm. Chloralkalien (K u. Na), d. i. für 1000 — 7,3710; 20,619 Grm. desselben Blutes gaben 0,152 Grm. Chloralkalien, d. i. für 1000 — 7,3718. In beiden Fällen wurde der Rest, nach Extraction mit Wasser, getrocknet, bei möglichst niedriger Temperatur verkohlt, die Kohle mit Wasser und Salzsäure extrahirt, eingäscheret, die zurückgebliebene Asche in Wasser und Salzsäure aufgelöst, beide salzaure Lösungen zusammengebracht und dem oben genannten Verfahren unterworfen (d. i. der Hinzufügung von Baryt bis zur alkalischen Reaction u. s. w.), um Kalium und Natrium zu bestimmen: in beiden Fällen zeigte sich keine Spur dieser Alkalien. — Diese Resultate berechtigten gewiss zu dem Schlusse, dass man vermittelst des Wassers die ganze Menge Alkalien aus dem Blute extrahiren kann. Die identischen Resultate dieser Parallel-Bestimmungen könnten unmöglich für Zufälligkeit gehalten werden. Die vollständige Abwesenheit von Alkalien im Reste nach der Extraction mit Wasser bestätigte vollends die Richtigkeit der Methode. Wenn auch ein Theil derselben sich bei der Verkohlung und Verbrennung dieses Restes verflüchtigen könnte, so könnte dies doch nicht die ganze Menge sein (d. i. Etwas müsste doch zurückbleiben), wie zahlreiche Analysen das längst bewiesen haben. Die Verkohlung aber des festen Rückstandes vom Wasser-Extract erfolgt, wegen der darin fehlenden Eiweissstoffe, so schnell, so leicht und bei so niedriger Temperatur, dass man dabei durchaus keine Verflüchtigung des K und Na voraussetzen kann. Diese Verkohlung kann man nicht mit der Verkohlung (und noch weniger mit der Einäscherung) des Blutes oder des Serums im Ganzen ver-

gleichen, welche einer bedeutend höheren Temperatur bedarf und weit länger dauert, so dass man schwerlich dafür bürgen kann, dass die Temperatur dabei kein einziges Mal den Grad erreicht, bei welchem sich feste Alkalien verflüchtigen. Nachdem ich mich auf diese Weise von der Richtigkeit der angegebenen Methode überzeugt hatte, verglich ich mit dieser letzteren die andern gebräuchlichen Methoden. Es ergab sich folgendes:

1. Bestimmung vermittelst der Extrahirung mit Wasser: 27,398 Grm. Serum gaben 0,202 Grm. Chloralkalien ( $KCl$  und  $NaCl$ ) oder 7,372 für 1000.
2. Verkohlung in unbedecktem Tiegel, Extrahirung der Kohlé mit Wasser und Salzsäure (auf den Chlorgehalt wurde nicht reflectirt), Verbrennung derselben und Auflösung der zurückgebliebenen Asche in Wasser und Salzsäure, Bestimmung der Alkalien in dem Gemenge beider salzsauren Lösungen. 34,197 Grm. desselben Serum gaben 0,254 Grm. Chloralkalien oder 7,427 für 1000.
3. Verkohlung in bedecktem Tiegel, das Uebrige wie in der 2ten Analyse. 17,310 Grm. desselben Serum gaben 0,124 Grm. Chloralkalien oder 7,163 für 1000.

Im ersten Falle wurden 0,055 für 1000 weniger erhalten, als im zweiten. Allein dieser Unterschied scheint nur dann bedeutend zu sein, wenn man für 1000 berechnet; für die analytischen Daten selbst aber ist dieser Unterschied nur 0,002 Grm., und zwar dem Verhältnisse nach  $27,398 : 0,202 = 34,197 : x$ , also  $x = 0,252$ , d. i. auf 34,197 berechnet man nach der 1sten Analyse 0,252, gefunden aber wurden 0,254. Der Unterschied übertrifft nicht den bei einer solchen Analyse möglichen Fehler. Der Unterschied zwischen den Resultaten der 1sten und 3ten Analyse ist etwas grösser und zwar dem Verhältnisse nach  $27,398 : 0,202 = 17,310 : x$ , demnach  $x = 0,1276$ , d. i. auf 17,310 berechnet man nach der 1sten Analyse 0,1276, gefunden aber wurden nur 0,1240; — der Unterschied beträgt also 0,0036, d. i.  $\frac{1}{35}^*$ ) der ganzen Menge (0,003 : 0,123), was freilich auch keinen grossen Unterschied ausmacht. Folglich erwiesen sich die gewöhnlich gebrauchten Methoden zur Bestimmung der Alkalien in Blut und Serum auch als richtige. So viel uns aber bekannt, ist diese Richtigkeit auf solche direkte Weise noch nicht bewiesen worden. — Nach diesen vorläufigen Untersuchungen unternahm ich die Bestimmung des Na-

\* ) In der vorläufigen Mittheilung wurde irrtümlich  $\frac{1}{40}$  angezeigt.

trium im Blute und Serum oder Plasma nach der oben erwähnten Methode. Hier sind die Resultate zweier Analysen:

1) 11,287 Grm. Plasma gaben 0,083 Grm. Fibrin; 15,732 Grm. Blut gaben 0,077 Grm. Fibrin. Hieraus wird berechnet: in 1000 Th. Blut sind 334,482 Blutkörperchen und 665,518 Plasma enthalten, und im letzteren 4,894 Fibrin und 660,694 Serum 1,959. Der Unterschied = (2,104 - 1,979) 0,125.

2) 15,214 Grm. Plasma gaben 0,140 Grm. Fibrin; 27,427 Grm. Blut gaben 0,188 Grm. Fibrin. Hieraus: 1000 Th. Blut enthalten 255,166 Blutkörperchen und 744,834 Plasma, und letzteres 6,854 Fibrin und 737,980 Serum. 19,764 Grm. Blut gaben 0,040 Grm. Natrium, folglich enthalten 1000 Blut 2,023; 16,413 Grm. Serum gaben 0,047 Grm. Na, folglich enthalten 737,980 Serum 2,113. Der Unterschied = (2,113 - 2,023) 0,090.

In beiden Fällen wird der Unterschied nur in Folge der Berechnung gross. Bei dieser letztern in der 1sten Analyse wurde das Natrium des Serums mit 26,5 und das Natrium des Blutes mit 51,5 multiplicirt; folglich kann für die analytischen Daten selbst der Unterschied 0,125 : 39 (die Mittelzahl zwischen 26,5 und 51,5), d. i. gegen 0,003 Grm. betragen. Dasselbe gilt auch für die zweite Analyse, wo das Natrium des Blutes mit mehr als 50, und das Natrium des Serum mit mehr als 45 multiplicirt wurde; folglich kann der Unterschied für die analytischen Daten selbst 0,090 : 47,5 (die Mittelzahl zwischen 50 und 45), d. i. weniger als 0,002 Grm. sein. Im Falle endlich, dass das ganze im Blute enthaltene Natrium wirklich dem Plasma angehört, so könnte man dennoch schwerlich von Hoppe's Methode selbst eine grössere Uebereinstimmung erwarten zwischen der Quantität Natrium in 1000 Th. Blut und der Quantität Natrium im für 1000 Th. Blut berechneten Plasma. So wurde in der 1sten Analyse in 1000 Th. Blut etwas mehr Natrium ermittelt, als im Plasma, welches in diesen 1000 Th. Blut enthalten war; in der 2ten Analyse aber fand man im Gegentheil etwas mehr Natrium im Plasma, als in allen 1000 Th. Blut. Folglich compensiren sich die erhaltenen Unterschiede einigermassen und hängen scheinbar von der Unvollkommenheit der Methode selbst ab.

Wir können also annehmen, dass in diesen beiden Fällen das ganze im Blut enthaltene Natrium dem Plasma angehört, d. i. dass das Verhältniss stattgefunden hat, welches wir bei Unternehmung unserer Untersuchungen vermutet hatten. Streng genommen, ist es nicht erlaubt, aus den mitgetheilten Resultaten zweier Analysen

weitere Schlüsse zu ziehen; denn, obgleich man, auf diesen Resultaten füssend, mit grosser Wahrscheinlichkeit voraussetzen kann, dass ein solches Verhältniss für Pferdeblut constant ist, so kann man a priori doch nicht läugnen, dass es auch inconstant sein kann, d. i., dass zuweilen auch die Blutkörperchen eine gewisse Menge Natrium enthalten können. Um das Gegentheil zu behaupten, bedarf man einer grösseren Zahl ähnlicher Analysen. Wir haben schon oben bemerkt, welche weitere Untersuchungen unerlässlich sind, um ein solches Verhältniss auch für andere dem Pferdeblute ähnliche Blutarten anzunehmen. Man muss aber gestehen, dass so übereinstimmende Resultate zweier Analysen wenigstens zu ferneren Untersuchungen auf diesem Wege aufmuntern. In der vorläufigen Mittheilung wurde schon erwähnt, dass ich wegen des Rufes zu einer anderen Thätigkeit meine angefangenen Arbeiten unterbrechen musste; die Unmöglichkeit aber, in der ich mich fand, dieselben bald wieder vorzunehmen, hat mich im Interesse des Gegenstandes selbst gezwungen, die gewonnenen Resultate in ihrer Unvollständigkeit der Oeffentlichkeit zu übergeben. — Es bleibt mir noch übrig, einige Daten mitzutheilen, die ich während meiner Untersuchungen nebenbei gewann. Dabei muss ich bemerken, dass die Bestimmung des Fibrin, Hämatin (der Farbe nach) u. s. w. nach den Methoden geschah, welche in „Hoppe's Anleitung zur pathol.-chemischen Analyse“ angegeben sind.

#### Eine vollständigere Blutanalyse:

19,064 Grm. Blut gaben:		berechnet für 1000:	
festen Rückstand (bei 100 – 120° nicht flüchtige Substanzen)	3,551 Grm.	186,263	
Wasser	15,513	-	813,737
Eiweisstoffe	3,244	-	170,160
Alkohol- und Wasserextract *)	0,234	-	12,274
Rückstände     in Wasser unlösliche Salze	0,073	-	3,829
23,703 Grm. Serum gaben:		berechnet für 1000:	
festen Rückstand	1,910 Grm.	80,580	
Wasser	21,793	-	919,420
Eiweisstoffe	1,570	-	66,236
Alkohol- und Wasserextract **)	0,309	-	13,037
im Wasser unlösliche Salze	0,031	-	1,307

\*) und \*\*). In beiden Fällen gingen die Extracte verloren und wurden aus dem Verluste berechnet.

14,685 Grm. Plasma geben 0,104 Grm. Fibrin; 17,508 Grm. Blut geben 0,079 Grm. Fibrin. Hieraus wird berechnet: in 1000 Th. Blut sind 362,900 Blutkörperchen und 637,100 Plasma, und in letzterem 4,512 Fibrin und 632,588 Serum enthalten.

### 1. Die Vertheilung der Blutbestandtheile in den Blutkörperchen und im Plasma:

	In 362,900 Blutkörperchen:	In 637,100 Plasma:
fester Rückstand . . . . .	130,778	55,485
Wasser . . . . .	232,122	581,615
Im festen { Eiweissstoffe . . . . .	123,748	{ Hämatin 7,226 Globulin 116,522
Rückstände { Extracte . . . . .	4,028	{ 46,412 Fibrin 4,512 Albumin 41,900
	unlösliche Salze . . . . .	8,246
	3,002	0,827

	In 1000 Th. Blutkörperchen:	In 1000 Th. Plasma:
fester Rückstand . . . . .	360,369	87,089
Wasser . . . . .	639,631	912,911
Im festen { Eiweissstoffe . . . . .	340,997	{ Hämatin 19,911 Globulin 321,086
Rückstände { Extracte . . . . .	11,099	{ 72,848 Fibrin 7,082 Albumin 65,766
	unlösliche Salze . . . . .	12,943
	8,972	1,298

### 2. Das Procent des festen Rückstandes in den Blutkörperchen:

Hoppe's Analyse. In 1000 Th. Blut sind 327,780 Blutkörperchen und 672,220 Plasma, und in letzterem 6,850 Fibrin enthalten. 75,307 Grm. Blut geben 14,767 Grm. festen Rückstandes; 8,958 Grm. Serum geben 0,822 Grm. festen Rückstandes. Hieraus werden für 327,780 Blutkörperchen 128,190 festen Rückstandes berechnet oder 391,080 für 1000.

Meine 1ste Analyse. In 1000 Th. Blut sind 362,900 Blutkörperchen und 637,100 Plasma, und in letzterem 4,512 Fibrin enthalten. 19,064 Grm. Blut geben 3,551 Grm. festen Rückstandes; 23,703 Grm. Serum geben 1,910 Grm. festen Rückstandes. Hieraus werden für 362,900 Blutkörperchen 130,778 festen Rückstandes berechnet, oder 360,369 für 1000.

Meine 2te Analyse. In 1000 Th. Blut sind 334,482 Blutkörperchen und 665,518 Plasma, und in letzterem 4,894 Fibrin enthalten. 10,155 Grm. Blut geben 2,003 Grm. festen Rückstandes; 25,033 Grm. Serum geben 2,976 festen Rückstandes. Hieraus werden für 334,482 Blutkörperchen 132,283 festen Rückstandes berechnet, oder 395,486 für 1000.

### 3. Das Procent der Blutkörperchen und des Plasmas im Blute:

1ste (Hoppe's) Analyse. 26,084 Grm. Plasma geben 0,265 Grm. Fibrin; 68,657 Grm. Blut geben 0,470 Grm. Fibrin. Hieraus:

in 1000 Th. Blut sind 327,780 Blutkörperchen und 672,220 Plasma und in letzterem 6,850 Fibrin und 665,370 Serum enthalten.

- 2te. 14,685 Grm. Plasma = 0,104 Grm. Fibrin; 17,508 Grm. Blut = 0,079 Grm. Fibrin. Hieraus:  
in 1000 Th. Blut 362,900 Blutkörperchen und 637,100 Plasma und in letzterem 4,512 Fibrin und 632,588 Serum.
- 3te. 11,287 Grm. Plasma = 0,083 Grm. Fibrin; 15,732 Grm. Blut = 0,077 Grm. Fibrin. Hieraus:  
in 1000 Th. Blut 334,482 Blutkörperchen und 665,518 Plasma und in letzterem 4,894 Fibrin und 660,624 Serum.
- 4te. 14,677 Grm. Plasma = 0,060 Grm. Fibrin; 26,911 Grm. Blut = 0,075 Grm. Fibrin. Hieraus:  
in 1000 Th. Blut 318,267 Blutkörperchen und 681,733 Plasma und in letzterem 2,787 Fibrin und 678,946 Serum.
- 5te. 13,270 Grm. Plasma = 0,147 Grm. Fibrin; 17,441 Grm. Blut = 0,113 Grm. Fibrin. Hieraus:  
in 1000 Th. Blut 415,130 Blutkörperchen und 584,870 Plasma und in letzterem 6,479 Fibrin und 578,391 Serum.
- 6te. 17,896 Grm. Plasma = 0,133 Grm. Fibrin; 34,144 Grm. Blut = 0,176 Grm. Fibrin. Hieraus:  
in 1000 Th. Blut 306,504 Blutkörperchen und 693,496 Plasma und in letzterem 5,154 Fibrin und 688,342 Serum.

Das Mittel aus diesen 6 Analysen: in 1000 Th. Blut sind 344<sup>\*)</sup>,177 Blutkörperchen und 655,823 Plasma enthalten.

Die Pferde, welche das Blut zu den eben mitgetheilten Analysen\*\*) geliefert hatten, litten an Kolik, einer Krankheit, bei der man bekanntlich am wenigsten Veränderung der Blutmischung vermuten kann; folglich ist es erlaubt, das oben erwähnte Mittelpocent der Blutkörperchen und des Plasmas im Blute für entsprechend zu halten dem Mittelpocente im Blute ganz gesunder Pferde. Nur das Blut, welches zur zweiten Bestimmung des Natrium (s. oben) gedient hatte, gehörte einem an Rotz erkrankten Pferde. — Dieses Blut, so wie auch das Blut eines andern an Milzbrand (Anthrax) erkrankten Pferdes liessen eine bedeutende Verminderung (beim Milzbrande um  $\frac{1}{3}$  des ermittelten Mittelpocents) des Blutkörperchenpocents und eine Vergrösserung des Plasmapocents nachweisen und zwar:

1. Rotz. 15,214 Grm. Plasma gaben 0,140 Grm. Fibrin;  
27,427 Grm. Blut gaben 0,188 Grm. Fibrin. Hieraus:

<sup>\*)</sup> In der vorläufigen Mittheilung wurde irrtümlich 354, angezeigt.

<sup>\*\*) Das Blut zu meiaen Analysen wurde regelmässig aus der äusseren Jugularvene der Pferde genommen.</sup>

in 1000 Th. Blut sind 255,166 Blutkörperchen und 744,834 Plasma, und in letzterem 6,854 Fibrin und 737,980 Serum enthalten.

2. Milzbrand. 12,389 Grm. Plasma gaben 0,084 Grm. Fibrin; 26,395 Grm. Blut gaben 0,137 Grm. Fibrin. Hieraus:  
in 1000 Th. Blut sind 234,550 Blutkörperchen und 765,450 Plasma und in letzterem 5,190 Fibrin und 760,260 Serum enthalten.

In Betreff dieses letzteren Falles bemerken wir, dass das Pferd am selbigen Tage, wo die Krankheitssymptome zuerst erschienen, zu Ader gelassen wurde. Wenigstens waren, der Aussage des Besitzers nach, welcher uns das Pferd zuführte, am vorhergehenden Tage noch keine Krankheitssymptome zu merken; der Appetit war gut, die Kothentleerung normal, keine Veränderung im Aussehen und in den Kräften etc. Folglich konnte die Verminderung des Blutkörperchenprocentes im Blute nur eine ursprüngliche krankhafte Veränderung sein, d. i. eine solche, welche verschiedenen im Verlaufe der Krankheit beobachteten localen Erkrankungen vorangegangen war. 6 Tage darauf crepирte das Pferd, dessen Autopsie dieselben charakteristischen Milzbranderscheinungen nachwies, welche man im Leben beobachtet hatte.

Die mitgetheilten Untersuchungen wurden in dem mit dem Berliner Pathologischen Institut verbundenen chemischen Laboratorium unter Leitung des Hrn. Dr. Hoppe ausgeführt; das Blut erhielt ich aus der Berliner Thierarzneischule, wo seine Anschaffung mir durch die Freundlichkeit des Herrn Lehrer der Schule Köhne bedeutend erleichtert wurde. Beiden sage ich hiermit meinen aufrichtigen Dank.

---