



Zur Methodik
der
quantitativen Blutanalyse.



Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doctors der Medicin

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserl
Universität zu Dorpat

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Alfred Sommer.



Ordentliche Opponenten:

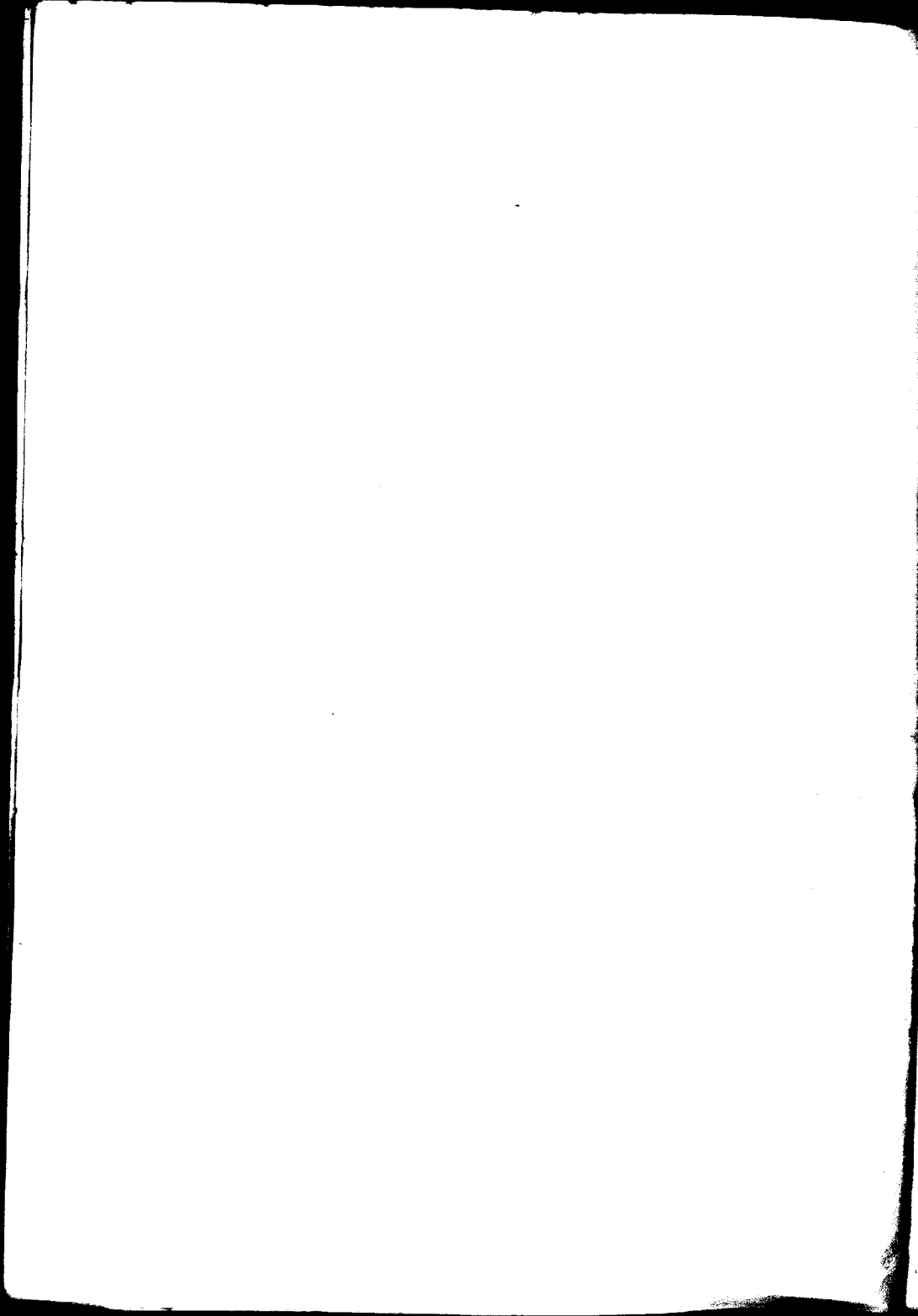
Doc. Dr. G. Bunge. — Prof. Dr. L. Stieda. — Prof. Dr. A. Schmidt.



Dorpat.

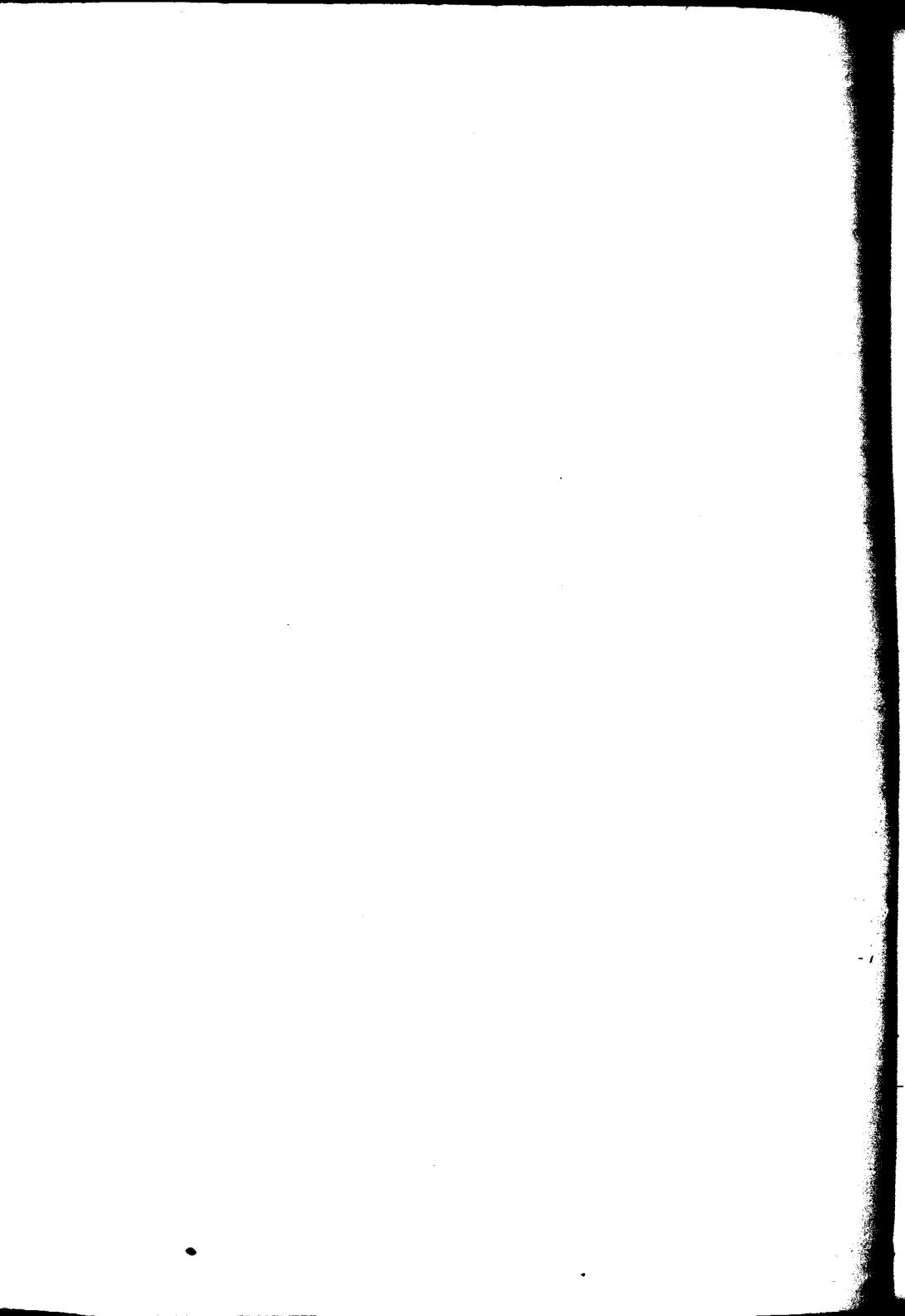
Druck von H. Laakmann's Buch- und Steindruckerei

1883.



Indem ich mit der Veröffentlichung der vorliegenden Arbeit aus der Reihe der Studirenden hiesiger Hochschule scheide, drängt es mich, allen meinen hochverehrten Lehrern für die von ihnen erhaltene Belehrung und Anregung meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Herrn Prof. Dr. Alex. Schmidt, dessen Assistent ich zu sein das Glück habe und der mich bei meinen Untersuchungen in liebenswürdigster Weise mit Rath und That unterstützt hat, bitte ich, den Ausdruck meiner tiefgefühlten Dankbarkeit entgegennehmen zu wollen.



Nachdem Mobitz¹⁾ uns gezeigt, wie man, wenn ein Theil der bei der Analyse des Blutes in Frage kommenden Gröſſen bekannt ist, den andern vermittelt gegebener Formeln berechnen könne, kommt es darauf an, die für die Rechnung nöthigen Gröſſen durch Experimente feſtzustellen. Wenngleich nun eine derartige Unterſuchung recht groſſe Schwierigkeiten darbietet und die peinlichſte Genauigkeit bei der experimentellen Feſtſtellung der zur Ausführung der Rechnung erforderlichen Werthe verlangt, ſo verſpricht ſie aber auch intereſſante Reſultate: ſie ermöglicht ein Bild von der jeweiligen Zuſammenſetzung des Blutes zu entwerfen und ein richtiges Verſtändniß der coloffalen Veränderungen im Blute ſeptiſch inficirter Thiere zu erlangen.

Mobitz hat eine Reihe von Verſuchen angeſtellt, bei denen er den Extinctionscoefficienten des Hämoglobins (ϵ), das ſpecifiche Gewicht (s) und den Trockenrückſtand des Blutes (T) beſtimmte. Um die Rechnung ausführen zu können, fehlten ihm aber, da er das Schaf als Verſuchsthier gebrauchte, die Werthe für den Trockenrückſtand (r) und für den procentiſchen Hämoglobingehalt (H) der rothen Blutkörperchen, ſowie für das Abſorptionsverhältniß (A) des Schafsbutes. Für die beiden erſten Gröſſen benutzte er die

1) Mobitz, Fried., Exper. Stud. über die quant. Veränd. des Hämoglobingehaltes im Blute bei ſeptiſchem Fieber. Inaug.-Diss. Dorp 1883.

von Bunge¹⁾ beim Rinderblut gefundenen Werthe $r = 40$ und $H = 28$, während er für A den von Norden²⁾ und Otto³⁾ für das Blut anderer Thiere gefundenen Werth 0,001 substituirt. Dies waren nun freilich zunächst blos in Ermangelung fester Daten zur Ausführung der Rechnung gemachte Annahmen und es liefs sich bei der Eigenart des Schafsblutes vermuthen, dafs die erwähnten Gröfsen andere Werthe haben würden. Diese Vermuthung wird zur Genüge durch Versuche bestätigt, die ich an 2 gefunden und 2 mit Jauche inficirten Schafen anstellte und bei denen aufser den von Mobitz bestimmten Gröfsen auch der procentische Trockenrückstand des Plasma direct bestimmt wurde. Als solchen bezeichne ich die Summe der procentischen Trockenrückstände des Serums und des Fibrins.

Bei diesen Versuchen entnahm ich, wie Mobitz, den Thieren im Laufe von 1—2 Tagen einige Blutproben von ca. 25—30 Ccm., welche mit Hülfe eines Assistenten in die bereit stehenden Gefäfsse vor Eintritt der Gerinnung vertheilt wurden. Zur Bestimmung des Extinctionscoefficienten, des specifischen Gewichtes und des Trockenrückstandes des Blutes wurden zusammen ca. 10 Ccm. verbraucht, etwa 5—7 Ccm. wurden behufs Bestimmung des Faserstoffprocentes in einem kleinen Becherglase ausge schlagen, der Rest aber in cylindrischen Gläschen, welche, um den Verlust durch Verdunstung zu verhüten, wohl verkorkt waren, bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Schon nach 12—24 Stunden hatte sich eine zur Bestimmung des Trockenrückstandes hinreichende Menge Serum (3—6 Ccm.) abgechieden. Dasselbe war völlig klar.

1) Zeitschrift für Biol. Bd. XII p. 208. Zeitschrift für phys. Chem. Bd. III p. 66.

2) Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. IV p. 19 u. 21.

3) Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. VII. p. 62

beim gefundenen Thier gelblich, beim kranken jedoch bisweilen schwach röthlich gefärbt.

Während ich die zur Bestimmung von ϵ nöthige Lösung herstellte und dann ϵ bestimmte und ein Assistent den Faserstoff ausschlug, besorgte ein zweiter die zur Ermittlung des Trockenrückstandes und des specifischen Gewichtes des Blutes erforderlichen Wägungen. Dann erst wurde der vom Fischbeinfstäbchen abgestrichene Faserstoff mit dem zugehörigen Blute gewogen, ausgewaschen etc. Alle meine Zahlenangaben, mit Ausnahme des auf spectrophotometrischem Wege bestimmten Werthes für ϵ , beruhen demnach auf Wägungen. Zur Bestimmung des spec. Gewichts bediente ich mich des auch von Mobitz benutzten etwa 3 Ccm. fassenden Pyknometers.

Mobitz berechnete den Plasmarückstand (t) aus der Gleichung

$$t = \left(T - \frac{r \cdot b}{100} \right) \frac{100}{100 - b}$$

Nur T war direct von ihm bestimmt worden, r wurde =

40 gesetzt und b aus der Gleichung $b = \frac{100 \cdot h}{H}$ gefun-

den, in welcher H = 28 angenommen und h (Gewicht des Hämoglobins in 100 grm. Blut) spectrophotometrisch bestimmt wurde. Bei dieser letztern Bestimmung aber kam das zweifelhafte Absorptionsverhältniß 0,001 zur Geltung.

Da nun nicht blos T, sondern auch t durch Wägung von mir bestimmt waren, so konnte ich, indem ich auch diese Rechnungen mit den von Mobitz angenommenen Werthen ausführte, die letzteren controliren. Falls sie richtig waren, mußten natürlich die für t berechneten Werthe mit den direct gefundenen übereinstimmen. Die folgende Tabelle zeigt, daß dies nicht der Fall ist, und zwar fallen die berechneten Werthe mit einer einzigen Ausnahme (beim kranken Blute) zu klein aus.

Von zwei gefundenen Schafen.		Von zwei kranken Schafen.	
Direct bestimmtes t.	Berechnetes t.	Direct bestimmtes t.	Berechnetes t.
7,89	4,46	6,650	5,596
7,80	5,61	6,640	5,066
7,82	5,43	6,391	6,700
7,93	5,14	6,399	3,739
7,174	4,793	6,915	4,584
7,366	5,653	7,75	5,102
7,331	4,622	6,77	3,496
7,411	4,662	6,60	4,666
7,331	3,626		
7,340	5,105		
7,98	5,683		
7,481	5,448		

Es sind also die von Mobitz angenommenen Werthe für r, H und A, wenn auch vielleicht nicht alle, so doch zum Theil für das Schafsblut nicht zu gebrauchen: auch sie müssen, wenn man die Werthe für die anderen bei der Analyse des Blutes in Betracht kommenden Größen durch Rechnung finden will, direct bestimmt oder durch andere leichter bestimmbare Größen ersetzt werden.

Beim Vergleich der in der obigen Tabelle enthaltenen, direct bestimmten Werthe von t beim gefundenen Schafe mit denen beim kranken sieht man — infofern es gestattet ist, die verschiedenen Individuen entsprechenden Zahlen mit einander zu vergleichen —, daß die Septichämie eine Abnahme der festen Bestandtheile des Blutplasma bewirkt. Dasselbe fand auch Mobitz blos auf dem Wege der Rechnung, dessen betreffende Zahlen sich stets auf ein und dasselbe Thier (vor und nach der Injection) bezogen. Nur die absoluten Werthe von t sind bei ihm durchweg, beim gefundenen fowol als beim kranken Blute, zu niedrig ausgefallen, was eben darauf beruhen muß, daß ein oder mehre

der drei von ihm als Constanten angenommenen Werthe für das Schafsblut keine Giltigkeit haben.

Mittel und Wege zu finden, mit denen es sich erreichen läßt, diese Werthe direct zu bestimmen, dies war die Aufgabe, welche ich mir nunmehr stellte. Selbstverständlich sollte als 2. Theil der Arbeit eine Reihe von an gefunden und kranken Thieren angestellten Versuchen folgen, mit Hülfe derer die Rechnung im Sinne von Mobitz ausgeführt werden konnte. Aeufsere Umstände nöthigen mich indess, schon jetzt die Methodik meiner Untersuchungen zu veröffentlichen und die Publication der Ergebnisse meiner Versuche, mit denen ich zur Zeit noch beschäftigt bin, sowie der mit ihnen angestellten Rechnungen in der allernächsten Zeit folgen zu lassen.

Zunächst stelle ich hier der bessern Uebersicht wegen die Gröfsen und Formeln zusammen, welche (theils nach Mobitz) bei der quantitativen Blutanalyse zur Berechnung erforderlich sind. Es sei

- 1) v = Verdünnungszahl des Blutes bei der Bestimmung von ϵ .
- 2) A = Absorptionsverhältniß des Blutes.
- 3) ϵ = Extinctionscoefficient » »
- 4) s = Specificisches Gewicht » »
- 5) T = proc. Trockenrückstand » »
- 6) t = » » des Plasma.
- 7) b = Gewichtsmenge der Blutkörperchen in 100 gr. Blut
- 8) p = » » des Plasma » »
- 9) h = » » » Hämoglobins » »
- 10) H = proc. Hämoglobingehalt der rothen Blutkörperchen
- 11) σ = „ Stromagehalt » » »
- 12) r = Trockenrückstand » » »



so erhält man:

$$1) \quad h = \frac{\varepsilon \cdot v \cdot A \cdot 100}{s}$$

$$2) \quad b = \frac{h \cdot 100}{H} = \frac{100 (T - t)}{r - t}$$

$$3) \quad t = \left(T - \frac{r \cdot b}{100} \right) \frac{100}{100 - b}$$

$$4) \quad r = \frac{H}{h} (T - t) + t = \frac{100}{b} (T - t) + t$$

$$5) \quad H = \frac{h (r - t)}{T - t} = \frac{h \cdot 100}{b}$$

$$6) \quad b + p = 100$$

$$7) \quad \sigma = r - H.$$

Wie leicht zu ersehen, müssen 7 Größen gegeben sein, um die übrigen 5 berechnen zu können.

Da nun, wie sich aus meinen bereits erwähnten Versuchen ergibt, der proc. Trockenrückstand des Plasma sich leicht bestimmen läßt, mit den von Mobitz bereits bestimmten 4 Größen (v , ε , s u. T) also 5 der directen Bestimmung zugänglich sind, wählte ich aus Gründen, die ich sofort erörtern will, von den übrigen Größen noch A und r aus.

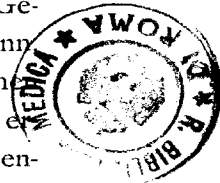
Derartige Untersuchungen, wie ich sie plante, erfordern, daß die zur Ausführung der Rechnung nöthigen Größen in mehreren Blutproben bestimmt werden. Daher müssen sie leicht bestimmbar sein oder was natürlich noch bequemer ist, eine Constante vorstellen. Der ersten Anforderung genügen ε , s , T und t , während v eine vom Willen des Untersuchenden abhängige Constante ist. Auch A kann mit großer Sicherheit als Constante angesprochen werden. Was endlich r anbetrifft, so kam es eben darauf an, eine bequeme Methode zur raschen Bestimmung desselben zu finden. Die directe Bestimmung von H nach den bisher bekannten Methoden er-

fordert sehr viel Zeit, war aber auch nicht nöthig, weil dieser Werth sich sofort ergibt, sobald neben ϵ , T und t die Gröfse h ermittelt worden, wozu aber (nach Gleichung 1.) nur noch die Feststellung der Constante A erforderlich ist.

Der Bestimmung von A stellt sich in der geringen KrySTALLIFIRBARKEIT des Hämoglobins des Schafsblutes ein großes Hindernis entgegen. In der Hoffnung, dasselbe zu überwinden, habe ich die darauf bezüglichen Untersuchungen unternommen und glaube, in meiner oben angekündigten Arbeit mit dem durch dieselben bestimmten Werth von A rechnen zu können. — Sollte dies nicht möglich sein, so können wir, da es doch nur auf Verhältniszahlen ankommt, statt des absoluten Werthes von h einen auf ϵ der ersten Blutprobe = 100 bezogenen, relativen Werth für den Hämoglobingehalt der andern Blutproben desselben Versuchs bei der Ausführung der Rechnung verwenden.

Zur directen Bestimmung des procentischen Trockenrückstandes der rothen Blutkörperchen (r) müssen diese vom Serum befreit oder vielmehr das Serum des Blutes durch eine Flüssigkeit von bekannter Zusammensetzung, deren Gewicht man nach einem ihrer Bestandtheile bestimmen kann ersetzt werden: dabei dürfen jedoch die Blutkörperchen natürlich keine Veränderung in ihrer Zusammensetzung erleiden. Hat man nach Abzug des Gewichts der Zwischenflüssigkeit dasjenige der Blutkörperchen in dem betreffenden von Serum befreiten Präparat bestimmt, so ergibt sich aus dem Gewicht des Trockenrückstandes einer zweiten gewogenen Probe desselben Präparates minus dem Gewicht der in demselben enthaltenen festen Bestandtheile der das Serum ersetzenden Zwischenflüssigkeit der Werth r , d. h. der procentische Trockenrückstand der rothen Blutkörperchen.

Hoppe-Seyler hat eine Methode empfohlen, nach welcher durch Auswaschen des defibrinirten Blutes mit ClNa



lösung das Serum fortgeschafft wird. Nachdem nun Bunge die Zeit, welche die Ausführung dieser Methode in Anspruch nimmt, bedeutend gekürzt hat, indem er das Auswaschen mit Hilfe der Centrifuge bewerkstelligt, verlohnt es sich der Mühe, vorerst zu untersuchen, ob bei Anwendung dieser modificirten Methode eine Veränderung in der Zusammensetzung der Blutkörperchen eintritt.

Zu dem oben angedeuteten Zwecke der Bestimmung des Blutkörperchengewichtes in dem centrifugirten Blutkörperchenbrei kann aber eine CINA-Lösung nicht angewandt werden, da Chlor in den Blutkörperchen des Rinder-, Pferde- und Schweineblutes nachgewiesen und auch in denen des Schafsblutes in beträchtlicher Menge von mir gefunden worden ist: es muß vielmehr eine Flüssigkeit gewählt werden, die einen in den Blutkörperchen nicht enthaltenen Stoff gelöst enthält und außerdem den Anforderungen genügt, denen die CINA-Lösung gerecht wird.

Durch Vorversuche constatirte ich, daß eine 1½% Lösung von Natr. sulfur. sicc. für unsern Zweck benutzt werden könne¹⁾. Dieselbe war von Herrn Th. Köhler hier selbst aus chemisch reinen Materialien dargestellt, reagirte neutral und enthielt keine Spur von Chlor. Selbst nach 4maligem, und enthielt keine Spur von Chlor. Selbst nach 4maligem, je 2—3 Stunden währendem Centrifugiren diffundirte kein Hämoglobin; die specifisch leichten Blutkörperchen des Schafs (s schwankt beim Schaf zwischen 1040—1049) senkten sich in der Salzlösung, welche ein specifisches Gewicht von 1013 besitzt, verhältnißmäßig rasch; in 3 Stunden waren sämtliche Körperchen fest am Boden des Cylinders abgesetzt, die darüber stehende Flüssigkeit vollkommen klar.

1) Schwefelsaure Salze vermochte ich im Serum des Schafsblutes gar nicht, in dem zerkleinerten Blutkuchen desselben nur in Spuren nachzuweisen, von deren Wägung keine Rede sein konnte.

Soviel über die Brauchbarkeit der $1\frac{1}{2}$ procentigen Natriumfulfat-Lösung zur Trennung der Blutkörperchen vom Serum! Was nun aber die Bedenken anlangt, welche gegen die Verwendung dieser Salzlösung zu erheben wären, so wäre anzuführen, daß, da das leicht lösliche Hämoglobin vollständig in den Körperchen zurückbleibt, wol auch kaum anzunehmen ist, daß die übrigen Bestandtheile derselben ihnen entzogen werden. Chlor und Phosphorsäure habe ich in den centrifugirten Blutkörperchen in beträchtlicher Menge nachweisen können; ich habe letztere zwar nicht genauer bestimmt, jedenfalls aber ergiebt sich aus diesem Befunde, daß höchstens nur ein Theil der Salze den Blutkörperchen beim Centrifugiren entzogen wird und daß demnach der durch diesen Verlust bedingte Fehler in der Bestimmung des procentischen Trockenrückstandes der rothen Blutkörperchen nur ein sehr kleiner sein kann.

Durch mikrometrische Messung stellte ich ferner fest, daß durch die Salzlösung während des Centrifugirens eine freilich sehr geringe Verkleinerung des Durchmesser der im Uebrigen durchaus unveränderten Blutkörperchen bewirkt wurde, was wol auf Wasserverlust zu beziehen ist. Ein solcher Wasserverlust schädigt nun aber doch die Bestimmung von r . Außerdem lehrt der Erfolg eines sogleich mitzutheilenden Versuches, daß noch ein anderes Hinderniß derselben im Wege steht, so daß wir die directe Bestimmung von r aufgeben und eine andere, nach dieser Methode leicht bestimmbare Größe, aus welcher sich r unmittelbar ergiebt, in die Rechnung einführen müssen. — Bevor ich die Resultate dieses Versuches anführe, will ich in Kürze den Gang der Untersuchung schildern.

Das Blut wird aus der ven. jug. ext. aufgefangen und sofort defibrinirt. Hierauf werden etwa 20 Ccm. Blut in die Cylinder der Centrifuge, die ca. 220 Ccm. Flüssigkeit fassen,

vertheilt, die Cylinder mit der Lösung von Natr. sulf.¹⁾ gefüllt, gehörig geschüttelt und auf die Centrifuge gebracht. Nach 3stündigem Centrifugiren wird die über den fest am Boden abgesetzten Blutkörperchen sich befindende Flüssigkeit, welche völlig klar und sehr schwach gelblich gefärbt ist, mit der Pipette vorsichtig und möglichst vollständig abgehoben und durch neue Mengen Natriumsulfat-Lösung ersetzt. Die Cylinder werden nun abermals geschüttelt und auf die Centrifuge gebracht. In dieser Weise wird die Salzlösung im Ganzen 3 Mal gewechselt, so daß die Blutkörperchen 4 Mal à 3 Stunden centrifugirt werden. Schon beim 2. Mal vermindert sich die gelbliche Färbung der über den Körperchen abgeschiedenen Flüssigkeit bedeutend und schwindet völlig beim 3. Mal.

Nehmen wir an, daß die nach dem ersten Centrifugiren in dem Blutkörperchenbrei enthaltene Zwischenflüssigkeit $\frac{1}{10}$ des ganzen Cylinderinhaltes betrug, mithin auch $\frac{1}{10}$ der Serumbestandtheile enthielt, so wird nach dem 4. Centrifugiren in der zwischen den Körperchen befindlichen Flüssigkeit nur noch $\frac{1}{10000}$ derselben zurückgeblieben sein. In Wirklichkeit wird dieser Rest ein noch kleinerer sein, da die Menge der nach dem Abheben im Cylinder zurückbleibenden Flüssigkeit inclusive der rothen Blutkörperchen stets weniger als $\frac{1}{10}$ des Cylinderinhaltes betrug.

Nach beendetem Centrifugiren wird die klare Salzlösung mit der Pipette abgehoben und der Blutkörperchenbrei in ein Becherglas übergeführt, wobei die am Cylinder fest haftenden Theile mit möglichst wenig aq. destill. weggepült werden. Die so erhaltene Breilösung wird nun gewogen und ein Theil derselben zur Bestimmung des Trockenrückstandes

1) Der Gehalt dieser Lösung an Natr. sulf. sicc. wurde bei jedem Versuch bestimmt; er schwankte zwischen 1,505 u. 1,517 %.

in einem Platintiegel zuerst für mehre Stunden auf das Dampfbad gebracht und darauf im Luftbad einer Temperatur von $110-120^{\circ}$ C. bis zum Constantbleiben des Gewicht's ausgesetzt, wozu meist ein Zeitraum von 4×24 Stunden erforderlich war. Der Rest der Breilösung wird gewogen ¹⁾ und zum Zweck der Schwefelsäurebestimmung nach Zusatz von ein Paar Tropfen acid. acet. dil. auf dem Dampfbad coagulirt, mit destillirtem Wasser mehre Stunden in der Wärme digerirt und darauf filtrirt. Der Rückstand wird so lange mit heißem Wasser ausgewaschen, bis eine Probe des abfließenden Waschwassers keine Reaction auf Schwefelsäure giebt. Die vereinigten farblosen Filtrate werden dann eingeeengt, mit Salzsäure versetzt und durch Fällung mit Chlorbaryum in bekannter Weise ihr Gehalt an Schwefelsäure resp. Natriumsulfat bestimmt. Nunmehr kann man mit den durch die Bestimmungen erhaltenen Daten das Gewicht der Körperchen in der Breilösung und ihren procentischen Trockenrückstand berechnen.

Der oben erwähnte, nach dieser Methode angestellte Versuch ergab folgende Resultate:

13,4018 gr. Blutkörp.-Brei enthalten 0,14699 gr. $\text{Na}_2 \text{SO}_4$
mithin:

5,7068 „ „ „ 0,0626 „ „

0,0626 gr. $\text{Na}_2 \text{SO}_4$ entsprechen 4,1429 gr. der angewandten Natriumsulfatlösung.

5,7068 gr. Blutkörp.-Brei liefern einen Trockenrückstand von 1,2162 gr.
mithin nach Abzug des in diesem Trockenrückstand enthaltenen Natriumsulfates:

1,5639 gr. Blutkörp. einen Trockenrückstand von 1,1536 gr.
100 „ „ „ „ „ 73,7643 gr.

1) Aus der Gewichts-differenz der gesammten Breilösung und dieses Restes wird die Quantität der zur Trockenbestimmung verwandten Menge berechnet.

Wir erhalten also für r einen offenbar zu grossen Werth. Die chemische Zusammenfassung der Blutkörperchen muss eine Veränderung erlitten haben. Da aber die mikroskopische Untersuchung eine nur unwesentliche Verkleinerung der Blutkörperchen feststellt, so glaube ich annehmen zu dürfen, dass Natriumsulfat in dieselben eingedrungen und bei der Berechnung der Zwischenflüssigkeitsmengen des Breies und des Trockenrückstandes der Körperchen demnach eine zu grosse Menge Natriumsulfat in Anschlag gebracht worden ist, mithin das Blutkörperchengewicht zu klein und ihr procentischer Trockenrückstand zu gross ausgefallen ist. Der Fehler steckt darnach in der Bestimmung des Gewichtes der im Brei enthaltenen Blutkörperchen.

Mit Rücksicht auf dieses Resultat müssen wir es aufgeben, r direct zu bestimmen und führen an seine Stelle zunächst die Grösse f , den Trockenrückstand der rothen Blutkörperchen in 100 gr. Blut in die Rechnung ein. Diese Grösse lässt sich, wie die beiden folgenden an zwei verschiedenen Schafen angestellten Versuche lehren, leicht und sicher bestimmen. Zu diesem Zwecke wird das zu centrifugirende defibrinirte Blut zuerst in einem Becherglas gewogen und mittelst der Salzlösung vollständig in das Cylinderglas der Centrifuge hinübergespült, welches dann ganz mit der Salzlösung gefüllt wird. Nach beendetem Centrifugiren und Abheben der Flüssigkeit vom Bodensatz wird der letztere bis auf die letzte Spur in ein gewogenes Becherglas gebracht und gewogen. Dann wird nach sorgfältigem Umrühren ein Theil dieser Breilösung zur Bestimmung des Gehaltes an Natriumsulfat abgegossen, der Rest gewogen und zur Bestimmung des Trockenrückstandes benutzt. Die Differenz der Gewichte der ganzen Breilösung und dieses Restes ergibt die zur Bestimmung des Gehalts an Natriumsulfat verwandte Menge. Durch einfache Verhältnissrechnung findet

man ferner die jedem Theil der Breilöfung entsprechende Blutmenge. Nachdem man nun von dem Trockenrückstande der Breilöfung die in ihm enthaltene Menge Natriumsulfat abgezogen, erhält man den Trockenrückstand der in der zur Bestimmung verwandten Quantität des defibrinirten Blutes enthaltenen rothen Blutkörperchen und kann durch eine Proportion f berechnen.

Zur Bestimmung von f werden auf die Centrifuge gebracht:

I.	II.
25,3706 gr. Blut	25,8737 gr. Blut
Nach 4 maligem Centrifugiren werden erhalten:	
49,1637 gr. Breilösung	47,2884 gr. Breilösung.

Davon werden benutzt:

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes	
29,7295 gr.	23,0659 gr.
(entspricht 15,3478 gr. Blut)	(entspricht 12,6204 gr. Blut)
und zur Bestimmung des Gehalts an Natriumsulfat	
19,4312 gr.	24,2225 gr.
(entspricht 10,0228 gr. Blut)	(entspricht 13,2533 gr. Blut)

Die Bestimmungen ergeben für:

den Gehalt an Natriumsulfat	
0,06046 gr.	0,06338 gr.
und den Trockenrückstand	
1,5624 gr.	1,3748 gr.

Es haben demnach:

29,7295 gr.	23,0659 gr
der Breilösungen einen Gehalt an Natriumsulfat von	
0,0925 gr	0,0603 gr.

Die in ihnen, resp. in

15,3478 gr. Blut

12,6204 gr. Blut

enthaltenen Mengen Blutkörperchen geben einen Trockenrückstand von:

1,4699 gr.

1,3145 gr.

f ist also:

$$I. = \frac{1,4699}{15,3478} \times 100 = 9,577. \quad II. = \frac{1,3145}{12,6204} \times 100 = 10,414$$

Diese Werthe von f sind aber, da sie für das defibrinirte Blut gelten, zu klein ausgefallen; doch läßt sich dieser Defect durch Bestimmung des Extinctionscoefficienten des Blutes vor und nach dem Defibriniren leicht ermitteln. Da nämlich dieser Coefficient (ϵ) dem Hämoglobingehalt des Blutes und der durch das Defibriniren bewirkte Verlust an rothen Blutkörperchen (durch Einschließung in den Faserstoff) demjenigen an Hämoglobin direct proportional ist, ϵ ferner mit der Zunahme dieses Verlustes abnimmt, so läßt sich durch eine einfache Verhältnißrechnung finden, wieviel Gewichtsprocente zu den im defibrinirten Blute gefundenen Werthen von f addirt werden müssen, damit sie die entsprechenden Werthe für das nicht defibrinirte Blut darstellen. Nachdem diese Correctur in den beiden obigen Versuchen angebracht war, fand ich für das nicht defibrinirte Blut die folgenden Werthe von f in

Versuch I = 9,998

» II = 10,871

Mit diesen Größen haben wir also zu rechnen. Besonders hervorheben will ich, das mittelst der Größe f , sobald der Trockenrückstand des Gesamtblutes (T) und des Plasma (t) bestimmt worden, nicht bloß der procentische Trockenrückstand der rothen Blutkörperchen (r), sondern auch das

Gewicht der rothen Blutkörperchen in 100 gr. Blut (b) zugleich gegeben ist.

Aus den beiden Relationen:

$$f = \frac{r \cdot b}{100} \quad \text{und}$$

$$t = (T - f) \frac{100}{100 - b}$$

folgt nämlich:

$$b = \frac{100 (t + f - T)}{t} \quad \text{und}$$

$$r = \frac{100 \cdot f}{b} = \frac{f \cdot t}{t + f - T}$$

In dem ersten der beiden obigen Versuche war $T = 14,938$, $t = 7,148$, der corrigirte Werth von f betrug 9,998. Hieraus ergibt sich:

$$b = 30,890$$

$$r = 32,366$$

In dem zweiten Versuche war $T = 15,776$, $t = 7,481$, der corrigirte Werth von $f = 10,871$; also:

$$b = 34,434$$

$$r = 31,571$$

Zur Vervollständigung führe ich noch einen dritten mittelst der Centrifuge ausgeführten Versuch an, welcher ursprünglich einen anderen, später von mir aufgegebenen Zweck verfolgte, zugleich aber eine freilich nur annähernde Bestimmung der Gröfse f auf einem anderen als dem bisher von mir eingeschlagenen Wege gestattet. — Zwei gewogene Proben eines und deselben defibrinirten Schafsblutes wurden in gewöhnlicher Weise durch die Centrifuge vom Serum befreit, der Blutkörperchenbrei mit Wasser verdünnt und auf dem Dampfbade coagulirt, das Coagulum mit heißem Wasser auf einem gewogenen Filtrum ausgewaschen. Der Rückstand

mit dem Filtrum wurde bis zum Constantbleiben des Gewichts getrocknet und gewogen. Das Waschwasser wurde gefammelt, eingengt und nach dem Ausfällen der Schwefelsäure mittelst Chlorbaryum filtrirt. Das Filtrat wurde eingengt, im Platintiegel bis zur Trockene eingedampft und der Rückstand vor und nach dem Veraschen gewogen. Die gefundene sehr geringe Differenz ergab das Gewicht der durch das Wasser extrahirten organischen Bestandtheile der Blutkörperchen; daselbe wurde zu dem Gewicht des mit dem Filtrum gewogenen Trockenrückstandes addirt. Auf diese Weise fand ich f in der einen Blutprobe = 10,99 und in der anderen = 11,00. Mit Anbringung der erforderlichen Correctur betrug f 11,33 %. T war in diesem Blute = 16,49 und t = 7,49; also

$$b = 31,18$$

$$r = 36,34$$

Hierbei ist aber zu bemerken, dass f in diesen Versuchen etwas zu klein ausgefallen ist, da die durch das Wasser dem Coagulum entzogenen Blutkörperchenfalte nicht mit in Rechnung gezogen werden konnten. Dieser Verlust bedingt, dass b etwas zu klein und r etwas zu groß ausfällt.

Dass f mit dem Gehalt des Blutes an rothen Blutkörperchen variirt, ist selbstverständlich. Wir finden nun aber auch den procentischen Trockenrückstand der rothen Blutkörperchen (r) keineswegs constant: er schwankt bei verschiedenen Individuen in zu weiten Grenzen, als dass ohne die Gefahr, zu sehr fehlerhaften Resultaten zu gelangen, eine Mittelzahl für denselben in die Rechnung eingeführt werden könnte; er muss demnach für jedes Individuum besonders bestimmt werden. — Zugleich zeigt sich, dass M obitz mit der Zahl 40 einen jedenfalls viel zu hohen Werth für r angenommen hat und dass schon aus diesem Grunde seine Rechnungen für t zu kleine Werthe ergeben haben. In der

That habe ich, indem ich in einige meiner Versuche für r die Zahl 35 einsetzte, den Trockenrückstand des Plasma vom gefundenen Blute zu 7—8 % berechnet, was mit den Resultaten meiner Wägungen übereinstimmt. Daraus würde folgen, daß die von ihm angenommenen Werthe für A , h und H , mittelst welcher er auch b bestimmte, nicht zu weit von den richtigen entfernt sein können: seine Befunde für den procentischen Blutkörperchengehalt (b) des gefundenen Blutes stimmen sehr gut mit den von mir mittelst der Centrifuge erhaltenen überein.

Bei Anstellung einer Versuchsreihe an gefundenen und kranken Thieren sind nun die Werthe v , ϵ , T , t und s leicht für jede Blutprobe festzustellen; v ist aber werthlos, so lange das Absorptionsverhältniß A nicht bestimmt worden, da es mit demselben nur zur Bestimmung von h dient. Ob es mir gelingen wird, A für das Schafsblut zu ermitteln, hängt, wie gesagt, davon ab, ob der Versuch, das Hämoglobin desselben zur KrySTALLISATION zu bringen, Erfolg hat. b und r können, so lange h und H fehlen mit der Hilfsgröße f bestimmt werden. Es liegt aber auf der Hand, daß diese letztere Größe nur ein Mal in jedem Versuch und zwar für die erste Blutprobe, höchstens noch für eine der folgenden ermittelt werden kann. Sobald aber b für die erste Blutprobe durch f gefunden worden, so lassen sich die etwa durch die Jaucheinjection bewirkten Veränderungen dieses Werthes d. h. des procentischen Blutkörperchengehaltes durch die Aenderungen von ϵ einfach berechnen, da sie denselben proportional sein müssen, unter der Voraussetzung natürlich, daß die Zusammensetzung der Blutkörperchen sich nicht wesentlich ändert. Diese Voraussetzung wird man aber zunächst machen, wenn die durch die Jaucheinjection bewirkten quantitativen Schwankungen der rothen Blutkörperchen nicht absoluter, sondern nur relativer Natur sind, d. h. wenn es sich hierbei nicht um einen Zuwachs oder Schwund der Blutkörperchen, sondern

um eine Verminderung oder Vermehrung des Blutplasma handeln sollte. Bleibt aber die Zusammensetzung der Blutkörperchen unverändert, so muß auch r , der procentische Trockenrückstand der rothen Blutkörperchen trotz aller Aenderungen von f und b constant bleiben, der zu Anfang des Versuchs für diese Gröfse gefundene Werth muß sich also durch die ganze Versuchsreihe bewähren. Controlirt kann dies werden, indem man für jede einzelne Blutprobe einen der direct bestimmten Werthe z. B. t auch durch Rechnung (mittelft r , b und T') ermittelt. Der berechnete Werth muß natürlich mit dem durch Wägung gefundenen möglichst übereinstimmen, wenigstens soweit, als dies bei verschiedenen Proben des Blutes gefunder Thiere der Fall ist. Stimmen sie nicht mit einander, so gilt der ursprünglich durch f gefundene Werth von r nicht mehr, und, da r und b sich bedingen, so kann die Berechnung mittelft ε auch für den letzteren Werth kein richtiges Resultat ergeben haben. Das würde aber heifsen, dafs nicht blos die Menge, sondern auch die Zusammensetzung der Blutkörperchen in Folge der Jaucheinjection sich wesentlich verändert hat, ein Resultat, welches verständlich ist, wenn es sich um einen grofsen Gehalt des Blutes an jungen resp. dem Untergange entgegen eilenden rothen Blutkörperchen handelt.

Dies sind einige der Gesichtspuncte, von welchen aus ich meine nächsten Versuche anzustellen beabsichtige. Gelingt es mir nun noch das Abforptionsverhältnifs des Schafshämoglobins zu bestimmen, so würde dies, da damit auch zugleich eine Bestimmung von h ermöglicht wird, die Ergebnisse bedeutend fördern. Beim leicht krytallisirbaren Hämoglobin des Hundesblutes wird diese Bestimmung jedenfalls zu machen sein.

Dorpat, Physiol. Institut,
14./26. Mai 1883.

THESEN.

1. Der Blutdruck steigt mit der Inspiration.
2. Die künstliche Ernährung der Säuglinge mit Stutenmilch ist der natürlichen mit Ammenmilch vorzuziehen.
3. Der Homöopathie ist zu wenig Beachtung geschenkt worden.
4. Die sogenannten Antifebrilia sind keine Antifebrilia.
5. Von allen bei der Analyse des Blutes in Betracht kommenden Größen hat nur das Absorptionsverhältniß einen constanten Werth.
6. Die Messungen am macerirten Schädel sind durch zweckentsprechende Zeichnungen zu ersetzen.



15921 *

12564