



Experimentelle Studien
über die
quantitativen Veränderungen des Hämoglobingehaltes
im Blute
bei septischem Fieber.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doctors der Medicin

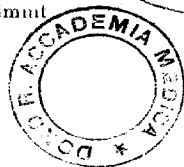
verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserl.
Universität zu Dorpat

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Friedrich Mobitz.



Ordentliche Opponenten:

Prof. Dr. Ed. von Wahl. — Prof. Dr. Fr. Hoffmann. — Prof. Dr. A. Schmidt.

Dorpat.

Druck von H. Laakmann's Buch- und Steindruckerei
1883.



Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät.
Dorpat, den 4. März 1883.

Nr. 63.
(L. S.)

Decan: L. Stieda.

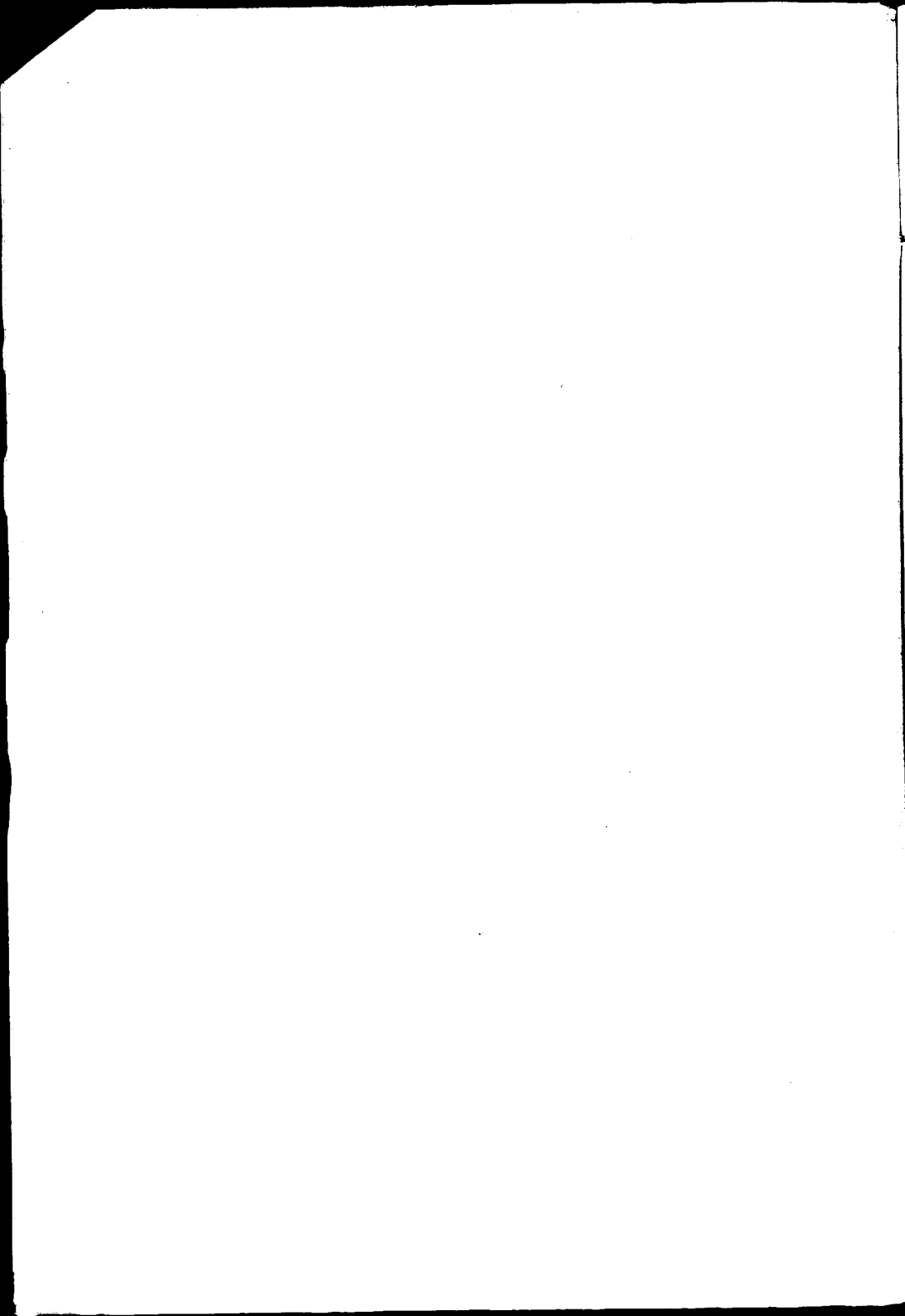
Meinem Vormunde

Hrn. Dr. Julius Moritz

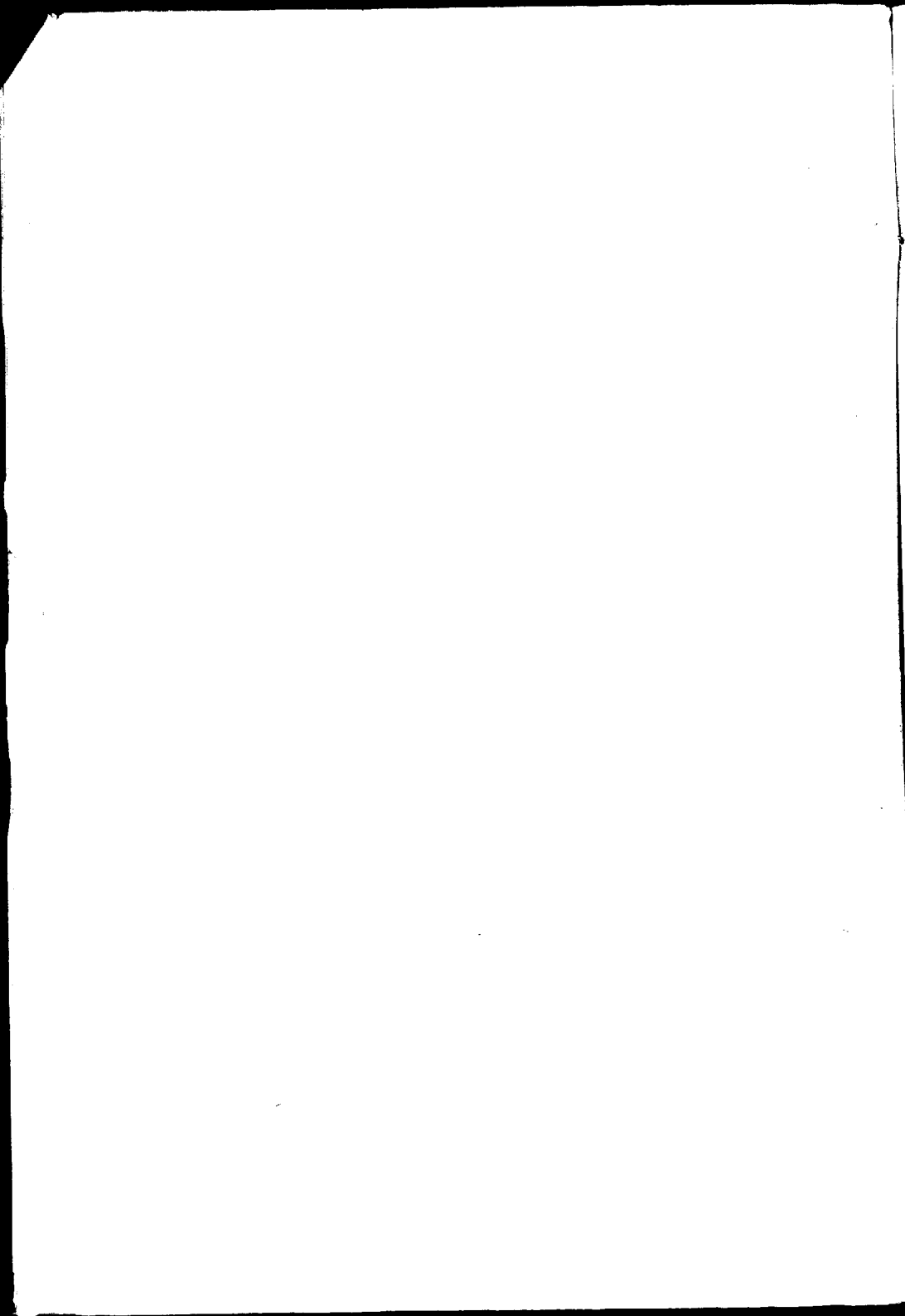
in

Dankbarkeit

gewidmet.



Für die mir zu Theil gewordene Anregung und Unterstützung bei der vorliegenden Arbeit erlaube ich mir, Herrn Professor Alexander Schmidt meinen besten Dank auszusprechen.



Einleitung.

Im Laufe der letztverflossenen fünf Jahre ist unter der Leitung des Herrn Professor Alexander Schmidt eine ganze Reihe von Arbeiten, betreffend die Veränderungen des Blutes im septischen Fieber, im physiologischen Institut zu Dorpat ausgeführt und publicirt worden. — Nachdem festgestellt worden war, dass intravenöse Injectionen septischer und anderer pyrogener Stoffe nicht allein die Körpertemperatur alteriren, sondern gleichzeitig hochgradige quantitative Veränderungen der Leucocyten, des Substrates der Blutgerinnung und des Fibrinfermentes, bedingen, wurde zuerst von Heyl und später hauptsächlich von Maissurianz das Verhalten der rothen Blutkörperchen gegenüber diesen tiefgreifenden chemischen Processen im Blute der kranken Thiere studirt.

Beide kamen auf Grund ihrer Zählungen zu dem Resultate, dass der Gehalt des Blutes fiebernder Thiere an rothen Blutkörperchen einem raschen und starken Wechsel unterliegt.

Diesen Befund durch eine andere, wie mir scheint, exactere Methode zu prüfen resp. zu vervollständigen, war der Zweck meiner Arbeit.

Methoden der Untersuchung.

Ich habe den relativen Hämoglobingehalt des Blutes sowohl gesunder, als auch fiebernder Thiere (Schafe und Hunde) nach der Vierordt'schen photometrischen Methode bestimmt. — Zu diesem Zwecke benutzte ich den schon 1873 von Vierordt angegebenen Spectralapparat¹⁾.

Leider war das mir zur Benutzung überlassene Instrument mit Fehlern behaftet, welche ich, so gut es gehen wollte, durch Rechnung zu eliminiren suchte.

Die beiden Hälften des Eintrittsspaltess waren bei gleicher Einstellung der Trommeln beider Mikrometerschrauben keineswegs einander gleich, denn das obere Gesichtsfeld erschien deutlich dunkler, als das untere. — Es handelte sich jetzt darum, eine solche Stellung für die obere Trommel zu finden, bei welcher, die untere Trommel auf 100 eingestellt, beide Spalthälften einander gleich würden. Ich stellte die untere Trommel constant auf 100 ein und

1) Die Methode und der Apparat sind beschrieben in: Die Anwendung des Spectralapparates zur Photometrie der Absorptionsspectren und zur quantitativen Analyse. Tübingen 1873, und: Die Anw. d. Spectr. zur Messung und Vergleichung der Stärke des farbigen Lichtes. Tübingen 1871.

suchte durch Drehung der oberen Schraube beide Gesichtsfelder gleich hell zu machen; ich ging dabei abwechselnd bald von einem dunkleren, bald von einem helleren unteren Gesichtsfelde aus und machte 60 Beobachtungen. Der mittlere Werth derselben betrug 95,92: ich schloss daraus, dass dem 100. Theilstriche der unteren Trommel der 96. der oberen entsprechen musste. Mit anderen Worten, bei dieser Einstellung beider Trommeln waren beide Spalthälften für mein Auge durchaus gleich hell.

Da die zu untersuchende Flüssigkeit vor die obere Spalthälfte kam (ich benutzte, einen Schulz'schen Glaskörper) und ich bei meinen Bestimmungen ausschliesslich die untere Schraube benutzen wollte, so stellte ich die obere Schraube constant auf 96 ein.

Eine weitere Unvollkommenheit des Eintrittsspaltelag in folgendem Umstande. Der untere Eintrittsspalt liess die ersten Spuren von Licht nicht bei dem Stande der Trommel zwischen 0 und 1 durch, sondern erst bei einem solchen zwischen 6 und 7. Ich war somit gezwungen meinen Nullpunkt auf 6 zu verlegen.

Auf diese Weise standen zu meiner Disposition nicht 100, sondern nur 94 Theilstriche; eine directe Verwerthung der Ablesung war daher mit grossen Fehlern verbunden, welche ich durch folgende Berechnung zu eliminiren suchte. Es ist ohne Weiteres klar, dass jede directe Ablesung um 6 Theilstriche zu gross war, andererseits musste ich, um den Exinctionscoefficienten zu finden, die mir zu Gebote stehende Distanz in 100 Theile theilen. Der Abstand zweier Theilstriche musste demnach in demselben Verhältniss grösser als 0,01 in Rechnung gebracht werden, als 100 grösser als 94 ist. Es entsprach somit ein direct abgelesener Theilstrich $1,06 \cdot 0,01 = 0,0106$.

Bezeichnen wir mit J^1 den direct abgelesenen Intensitätsrest, so finden wir den corrigirten Lichtintensitätsrest J aus der Formel:

$$J = (J^1 - 0,06) \cdot 1,06.$$

Der gesuchte Exstinctionscoefficient würde dann $= -\text{Log } J$ sein.

Anmerkung. Der Exstinctionscoefficient, eine von Bunsen eingeführte Grösse, giebt, mit einer Constanten — dem Absorptionsverhältnisse — multiplicirt, an, wie viel Gramm färbender Substanz in einem Ccm. der untersuchten Flüssigkeit enthalten sind. Der Exstinctionscoefficient lässt sich aus dem bekannten Intensitätsrest des Lichtes berechnen, wenn dieses durch eine gefärbte Schicht hindurchgegangen und abgeschwächt worden ist.

Setzen wir die Intensität des auffallenden Lichtes $= 1$, so wird die Intensität J des durch eine gefärbte Schicht hindurchgegangenen Lichtes durch einen echten Bruch ausgedrückt werden müssen, da dabei ein Theil des auffallenden Lichtes durch Reflexion und Absorption verloren gegangen sein muss.

Auf diese Weise bekommen wir $J = \frac{1}{n}$, wenn das Licht nur eine Schicht passirt hat; ist dasselbe durch d Schichten hindurchgegangen, so erhalten wir $J = \frac{1}{n^d}$ oder $\text{Log } n = -\frac{\text{Log } J}{d}$. Setzen wir $J = \frac{1}{10}$ und $d = \frac{1}{\epsilon}$ (ϵ ist der Exst. coeff.), dann giebt d in Cm. die Schichtendicke an, bei welcher die Intensität J des durchgelassenen Lichtes $= \frac{1}{10}$ der Intensität des auffallenden Lichtes beträgt. — Dann ist aber $\epsilon = \text{Log } n$ und folg. $\epsilon = -\frac{\text{Log } J}{d}$. Setzen wir $d = 1$ Cm., so ist $\epsilon = -\text{Log } J$.

Der mir zum Gebrauch überlassene Apparat war längere Zeit zu anderen Zwecken benutzt worden, und die originalen Abblendeschieber waren abhanden gekommen. Die hier in Dorpat neugemachten Platten hatten eine etwas zu geringe Spaltkrümmung ($r = 15$ cm.), auch dieses war eine neue Fehlerquelle, der ich übrigens keine grosse Bedeutung zukommen lassen will, da die Resultate mit ganz geradem Spalte sehr nahe standen denen, welche ich mit dem gekrümmten erlangte. — So ergaben 30 Beobachtungen mit geradem Abblendespalte einen mittleren Fehler von 0,61% und ebenso viele mit gekrümmtem Spalte einen solchen von 0,58%¹⁾.

Um das Instrument zum Gebrauche herzurichten machte ich beide Eintrittspalte einander ungleich, auf diese Weise hatte ich zwei übereinanderliegende Spectren von ungleicher Helligkeit; die Grenze zwischen denselben trat scharf hervor. — Nun bewegte ich das Fernrohr solange um eine frontale Axe, bis die erwähnte Grenze in die Mitte des Gesichtsfeldes fiel, d. h. die Grenzlinie theilte das runde Gesichtsfeld in zwei über einander liegende Halbkreise.

Ich hatte die Absicht, meine Beobachtungen im Bereiche des zweiten Absorptionsbandes für Oxyhämoglobin anzustellen, weil diese Spectralregion (D 54 E — D 87 E) bekanntlich die empfindlichste für Oxyhämoglobinlösungen ist. Ich bewegte das Fernrohr so lange um eine verticale Axe, bis die Spectralregion kurz vor E in der Mitte des Gesichtsfeldes erschien. — Jetzt galt es, das ganze Spectrum bis auf die Region (D 54 E — D 87 E) abzublenden.

1) Vergl. S. 14 u. 15. 0,58% ist der mittlere Fehler der ersten 30 Beobachtungen.

Damit man sich im Spectrum orientiren kann, ist von Vierordt eine besondere Vorrichtung am Scalrohr angebracht. Das Princip dieser Vorrichtung ist in Kurzem folgendes. Der Collimator ist mit einem in horizontalem Sinne verschiebbaren verticalen engen Spalte versehen. Ein vor dem Spalte befindliches Licht entwirft auf der Austrittsfläche des Prisma's ein Bild des Spaltes. Es entspricht jeder Region des Spectrums eine besondere Stellung des beweglichen Spaltes. Bewegungen des Spaltes bedingen ihrerseits Verschiebungen einer Alhidade auf einem in Grade getheilten Kreisbogen (Limbus).

Es entspricht somit einem bestimmten Stande des Spaltbildes im Spectrum stets eine bestimmte Stellung der Alhidade. An dem von mir benutzten Apparate entsprach die Spectraldistanz zwischen A und H (30° – 45°) 15 Graden des Limbus, welcher von einem Kreisbogen von 8 cm. Radiuslänge gebildet wurde. Die Distanz zwischen D und E entsprach (33° $35^{\circ},3$) $2^{\circ},3$ Graden.

Um die Spectralregion zwischen D 54 E und D 87 E abzugrenzen, hätte ich einmal die Alhidade genau auf $34^{\circ},24$, das andere Mal auf 35° einstellen müssen, welche Aufgabe ohne Nonius nach Augenmass zu lösen, mir kaum möglich erschien. Ich zog es vor, die Lage des zweiten Absorptionsbandes für Oxyhämoglobin direct zu bestimmen. Ich brachte eine relativ concentrirte Oxyhämoglobininlösung ¹⁾ vor den Einfallsspalt und blendete darauf das ganze Spectrum bis auf die Region des zweiten Absorptionsstreifens durch die Schieber ab.

Auf diese Weise wurde der von mir benutzte Spectralbezirk freilich etwas enger als die Region D 54 E – D 87 E,

1) Ein c. 75 fach verdünntes Pferdeblut.

dagegen war ich sicher, wirklich im Bereiche des zweiten Absorptionsbandes meine Beobachtungen anzustellen.

Als Lichtquelle benutzte ich eine Petroleumlampe (Flachbrenner). Der Lampencylinder war von einem Blechrohre umgeben, von welchem seitlich in der Höhe der Flamme ein zweites Rohr abging; letzteres wurde auf den Einfallsspalt gerichtet.

Nachdem ich eine Woche darauf verwandt hatte, durch Uebung die Unterscheidungsempfindlichkeit meines Auges für Intensitätsdifferenzen des gleichfarbigen Lichtes zu steigern, ging ich daran, einerseits die Leistungsfähigkeit meines Auges zu prüfen, andererseits die Haltbarkeit der von mir für nöthig befundenen Correcturen nachzuweisen.

Ich stellte die obere Trommel constant auf 96 ein, machte darauf durch Drehung der unteren Schraube das obere Gesichtsfeld deutlich dunkler, als das untere und suchte dann beide gleich hell zu machen. Darauf notirte ich mir den Stand der unteren Trommel. Hierauf machte ich den oberen Spalt deutlich heller, als den unteren und suchte wiederum beide Spalte gleich hell zu machen. Der neue Stand der unteren Trommel wurde ebenfalls notirt. Ich machte auf diese Weise 60 Beobachtungen mit nacktem Eintrittspalt und noch weitere 30 mit armirtem¹⁾.

Um eine Ermüdung meines Auges auszuschliessen, liess ich nach je 6 Beobachtungen eine Pause von 10 Minuten eintreten.



1) Ich setzte vor den Eintrittspalt einen Flüssigkeitsbehälter, welcher neben dem Schulz'schen Glaskörper destillirtes doppelt filtrirtes Wasser enthielt.

N a c k t e r S p a l t				S p a l t a r m i r t		
Beobachtete Lichtstärke- werte J^1	Fehler δ	Fehlerquadrat δ^2	J^1	δ	δ^2	J^1
101,5	+ 1,5	2,25	100,2	+ 0,2	0,04	99,3
101,5	+ 1,5	2,25	100,5	+ 0,5	0,25	98,5
101,0	+ 1,0	1,0	100,7	+ 0,7	0,49	100,9
99,0	- 1,0	1,0	99,3	- 0,7	0,49	98,0
102,0	+ 2,0	4,0	98,2	- 1,8	3,24	100,3
98,5	- 1,5	2,25	101,3	+ 1,3	1,69	101,5
102,0	+ 2,0	4,0	100,5	+ 0,5	0,25	100,5
100,3	+ 0,3	0,09	99,3	- 0,7	0,49	99,0
100,0	$\pm$ 0,0	0,0	99,3	- 0,7	0,49	99,7
100,5	+ 0,5	0,25	100,0	$\pm$ 0,0	0,0	102,0
99,7	- 0,3	0,09	99,3	- 0,7	0,49	99,3
99,5	- 0,5	0,25	97,3	- 2,7	7,29	97,7
100,5	+ 0,5	0,25	102,0	+ 2,0	4,0	103,2
100,0	$\pm$ 0,0	0,0	100,0	$\pm$ 0,0	0,0	102,0
102,0	+ 2,0	4,0	102,0	+ 2,0	4,0	101,3

100,0	$\pm$ 0,0	0,0	94,0	- 6,0	36,0	100,0	$\pm$ 0,0	0,0
99,3	- 0,7	0,49	101,0	+ 1,0	1,0	99,7	- 0,3	0,09
100,3	+ 0,3	0,09	100,7	+ 0,7	0,49	101,0	+ 1,0	1,0
99,2	- 0,8	0,64	99,3	- 0,7	0,49	101,3	+ 1,3	1,69
102,0	+ 2,0	4,0	99,7	- 0,3	0,09	102,0	+ 2,0	4,0
100,5	+ 0,5	0,25	99,3	- 0,7	0,49	99,3	- 0,7	0,49
104,3	+ 4,3	18,49	99,7	- 0,3	0,09	99,5	- 0,5	0,25
99,2	- 0,8	0,64	100,2	+ 0,2	0,04	100,5	+ 0,5	0,25
102,3	+ 2,3	5,25	103,2	+ 3,2	10,24	101,5	+ 1,5	2,25
101,0	+ 1,0	1,0	99,3	- 0,7	0,49	99,0	- 1,0	1,0
101,0	+ 1,0	1,0	101,0	+ 1,0	1,0	98,0	- 2,0	4,0
99,5	- 0,5	0,25	102,0	+ 2,0	4,0	99,0	- 1,0	1,0
102,0	+ 2,0	4,0	99,3	- 0,7	0,49	100,0	$\pm$ 0,0	0,0
98,0	- 2,0	4,0	101,5	+ 1,5	2,25	103,0	+ 3,0	9,0
101,0	+ 1,0	1,0	99,2	- 0,8	0,64	100,7	+ 0,7	0,49

$$\frac{\sum J^1}{60} = 10,281; \sum \delta = + 0,281; \sum \delta^2 = 144,19$$

Mittlerer Fehler der einzelnen Bestimmungen $\sqrt{\frac{144,19}{60-1}} = 1,563$ resp. $\sqrt{\frac{62,45}{30,1}} = 1,467$

Man ersieht aus diesen Zahlen, dass ich die Neigung hatte beim Gleichmachen beider Gesichtsfelder den Spalt um 0,281 Theilstriche zu weit zu machen resp. zu belassen. Da aber jeder Theilstrich den Werth von $\frac{100}{91}$ repräsentirte, so wurde von mir eine um 0,298 % zu grosse Lichtstärke hergestellt. Jedenfalls war dieser Fehler zu gering, als dass ich ihn bei meinen späteren Bestimmungen berücksichtigt hätte.

Der mittlere Fehler der einzelnen Bestimmung beträgt 1,563 Theilstriche oder 1,659 %. Der wahrscheinliche Fehler $1,659 \cdot 0,674489$ beträgt 1,119 %. Hinreichend fortgesetzte Beobachtungen würden somit wahrscheinlich ebenso oft um mehr, als um weniger als 1,119 % vom wahren Werthe 100 abweichen.

Für die 30 Beobachtungen, welche ich mit armirtem Eintrittspalte vornahm, fielen wider Erwarten die Fehler noch geringer aus. Der durchschnittliche Fehler für alle 30 Beobachtungen beträgt nur 0,272 %. Der mittlere Fehler der einzelnen Bestimmung 1,568 %. Der wahrscheinliche Fehler 1,05 %.

Da ich bei meinen weiteren Untersuchungen des Blutes jeweilig nur 6 Einzelmessungen vorgenommen habe, so glaube ich, darthun zu müssen, wie gross sich die Fehler bei einer relativ so geringen Anzahl von Einzelmessungen gestalten. — Ich combinire zu diesem Behufe die Werthe der vorhergehenden Tabelle zu je 6 und führe für jede Gruppe die Rechnung aus.

Es ergibt sich dann:

Gruppe.	Nackter Spalt.			Spalt armirt.		
	Durchschnittl. beobacht. Lichtstärke.	Fehler %	Mittlerer Fehler der einzelnen Bestimmung.	Durchschnittliche beobachtete Lichtstärke.	Fehler %	Mittlerer Fehler der einzelnen Bestimmung.
Nr. 1	100,68	+ 0,72	1,69 %	Nr. 1 99,75	— 0,26	1,49%
2	100,33	+ 0,35	1,02			
3	100,35	+ 0,37	1,04	Nr. 2 99,70	— 0,32	1,58
4	101,25	+ 1,33	2,57			
5	100,42	+ 0,45	1,59	Nr. 3 101,20	+ 1,27	1,95
6	100,03	+ 0,03	1,21			
7	99,28	— 0,76	1,43	Nr. 4 100,68	+ 0,72	1,42
8	99,95	— 0,05	3,21			
9	100,23	+ 0,24	1,59	Nr. 5 99,95	— 0,05	1,87
10	100,38	+ 0,40	1,41			

Die grössten Fehlerwerthe sind + 1,33% u. — 0,76 %; die Fehler in den anderen Gruppen sind ohne Ausnahme bedeutend kleiner; man könnte mit einigem Recht obige Fehler als Grenzwerte betrachten. Bei armirtem Spalte sind die Fehler noch kleiner ausgefallen: + 1,27 % und — 0,32 %.

Um die Berechtigung der von mir angebrachten Correctur zu prüfen, stellte ich mir eine passende Pferdeblutverdünnung her und bestimmte den Exinctionscoefficienten.

Ich entnahm darauf der Flüssigkeit 25 cem. und verdünnte diese mit 10 cem. Wasser und so fort.

Setzen wir die ursprüngliche Concentration des verdünnten Blutes gleich 1000, so wird die Concentration der zweiten Mischung 714 betragen. Die Concentration der n-ten Mischung würde $= (0,714)^{n-1} \cdot 1000$ sein.

Nr.	Concentration.	Corrigirter Exst. coeff.	Relation der Exst. coeff.	Fehler.
1.	1000	0,98719	1000	0,0 %
2.	714	0,71897	728	+ 1,4 „
3.	510	0,51287	519	+ 0,9 „
4.	364	0,37264	377	+ 1,3 „
5.	260	0,27165	275	+ 1,5 „
6.	186	0,19315	195	+ 0,9 „

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass jede von den 5 letzten Bestimmungen um etwa 1 % zu gross war. Ich folgere daraus, dass die erste Bestimmung um 1 % zu klein ausgefallen ist.

Der hohe Werth des ersten Exstinctionscoefficienten setzt eine hochgradige Verengung der mobilen Spalthälfte voraus. — Bei einer solchen treten aber regelmässig horizontale dunkle Streifen im Spectrum auf, welche das Gesichtsfeld über Gebühr dunkel erscheinen lassen. Unter dieser Voraussetzung sind die Fehler sehr geringfügig¹⁾.

Obgleich es vortheilhafter ist, concentrirtere Lösungen zur Untersuchung zu bringen, da die „kleinsten messbaren verhältnissmässigen Concentrationsunterschiede bei verschieden concentrirten Lösungen derselben Substanz sich umgekehrt wie die Concentrationen verhalten“²⁾, so zog ich es doch vor, solche Blutmischungen zu wählen, welche mittelstarken (in Bezug auf den Exstinctionscoefficienten) Oxy-

1) Das Erscheinen zahlreicher horizontaler dunkler Streifen bei starker Verengung des Spaltes führe ich auf Scharten in den Gravesand'schen Schneiden zurück, da dieselben durch Auspinselung des Spaltes weder zu entfernen, noch aus ihrer Lage zu bringen waren.

2) Vierordt Die Anwendung u. s. w. 1873. pag. 39.

hämoglobinlösungen entsprachen. Denn nur auf diese Weise konnte ich einer zu starken Verengerung der freien Spalthälfte mit allen ihren schädlichen Folgen entgehen¹⁾. Eine neue Untersuchung, welche ich mit einer von vorn herein stärkeren Blutverdünnung anstellte, zeigt, dass meine Voraussetzung richtig war.

Nr.	Concentration.	Exst. coeff.	Relation Exst. coeff.	Fehler.
1.	1000	0,81246	1000	0,0%
2.	714	0,58503	720	+ 0,6 „
3.	510	0,41794	514	+ 0,4 „
4.	364	0,29329	361	-- 0,3 „
5.	260	0,21184	261	+ 0,1 „

Da ich die Absicht hatte, dem zum Versuche bestimmten Thiere mehrmals täglich kleine Quantitäten reinen Venenblutes zum Zwecke der Untersuchung abzunehmen, musste das betreffende Thier einer kleinen Operation unterworfen werden. Die Vena Jugularis externa wurde in der Ausdehnung von c. 3,0 cm. freigelegt, isolirt, im oberen und unteren Wundwinkel durch eiserne Klemmer geschlossen, das mit Blut gefüllte Mittelstück angeschnitten und peripherwärts eine Glascanüle eingebunden, aus welcher später die Blutabnahme stattfand. -- Centralwärts wurde zum Zwecke der Injection eine Messingcanüle durch dieselbe Venenwunde eingeführt und eingebunden, letztere Canüle wurde sofort nach vollbrachter Injection entfernt und die Vene centralwärts unterbunden.

1) Durch eine zu starke Verengerung des Spalties wird nicht allein die Intensität, sondern auch die Qualität des betrachteten Spectrums merklich verändert.

Um die periphere Partie der Vene abzuschliessen, bediente ich mich anfangs (Versuch 1 und 2) eines eisernen Klemmers. Derselbe brachte aber grosse Nachtheile mit sich; einerseits drückte er zu stark die Venenwandungen zusammen, so dass gegen Ende des zweiten Tages die Venenwandung stellenweise vollkommen durchgequetscht erschien, andererseits konnte der Klemmer bei brusken Bewegungen des Thieres sehr leicht abgestreift werden. Letzteres passirte mir einmal beim Schafe Nr. 1 und ein anderes Mal bei einem Hunde. In letzterem Falle war der Blutverlust so gross, dass ich den Versuch aufgeben musste. Sehr zweckmässig erwies sich folgendes Verschlussmittel. Umwickelt man eine kleine Flocke feuchter Salicylwatte mit einem Stückchen Gazebinde, so gewinnt man einen Pfropf, welcher, in die Canüle eingedreht, vor jedem unerwünschten Blutverluste ganz sicher stellt. Der Pfropf füllt die Canüle nahezu ganz aus, nur im oberen Theile derselben findet man gewöhnlich, neben etwas Serum, ein kleines Gerinsel, welches dem Pfropfe adhärirt und mit diesem zusammen entfernt werden kann. Ist oberhalb der Canüle die Vitalität der Venenwandung noch intakt, so bleibt das stagnirende Blut in derselben vollkommen flüssig. Will man eine Portion Blut abnehmen, so braucht man nur die Vene oberhalb der Canüle durch einen Klemmer zu verschliessen, entfernt dann den Pfropf und lüftet den Klemmer; ich liess jedesmal das zuerst abfliessende Blut (c. 2—3 ccm) verloren gehn und fing erst die folgenden 2—3 ccm in einem engen Probirgläschen auf, denn erst auf diese Weise war ich sicher, wirklich circulirendes Blut abgenommen zu haben. — Da ich sofort nach der Blutabnahme auch die Abmessung vornehmen musste, wurde von einem Gehilfen der Pfropf wieder in die Canüle geschoben und der Klemmer entfernt.

Ist dagegen die Vitalität der Venenwandung (in der Regel erst am zweiten Tage) verloren gegangen, und hat das Blut dabei eine starke Gerinnungstendenz (nach grossen Blutverlusten, im Genesungsstadium nach einem Fieberanfall), so gerinnt das Blut oberhalb der Canüle. — In diesem Falle wurde von mir so hoch wie möglich die Vene durch einen Klemmer abgeschlossen. Ich entfernte die Canüle ganz, drückte den Thrombus zur Venenwunde heraus und band von neuem die Canüle, aber höher, ein. War dieses wegen Mangels an Raum unausführbar, so band ich die Canüle an alter Stelle ein, legte aber oberhalb derselben permanent den Klemmer an. Die abgestorbene Venenportion wurde durch den Klemmer verhindert, sich mit Blut zu füllen, es konnte kein Thrombus entstehen. Floss in diesem Falle nach Entfernung des Pfropfes und Lüftung des Klemmers das Blut gar nicht oder nur tropfenweise, so waren die aneinander gedrückten Venenwandungen mit einander verklebt. Eine solche Verklebung liess sich immer durch leichten Druck oberhalb oder durch Eingehn mit einer Federfahne resp. Sonde lösen.

Das Blutquantum, dessen ich für meine Untersuchungen benöthigt war, wurde von mir sofort, ohne vorhergehendes Defibriniren, abgemessen. Durch das Defibriniren erleidet das Blut einen Verlust an rothen Blutkörperchen. Die Grösse des Verlustes muss a priori sehr wechselnd sein, besonders wenn man normales mit Fieberblut vergleicht. Der Verlust wird *ceteris paribus* um so grösser sein, je grösser der Fibrinreichthum der betreffenden Blutsorte ist, denn ein grösseres Coagulum wird mehr Blutkörperchen einschliessen, als ein kleineres. Normales Schafblut zeigt eine relativ grosse Gerinnungstendenz; diese wird im Beginn des Fiebers, sehr bald nach der Jaucheinjection, noch

gesteigert, fällt bald darauf steil ab, hält sich im weiteren Verlaufe des Fiebers auf geringer Höhe und wird wieder grösser in der Reconvalescenz.¹⁾ — Somit wird das Fieberblut relativ weniger rothe Blutkörperchen durch das Defibriniren verlieren, als das normale Blut. — Um wieviel weniger, lässt sich zur Zeit nicht berechnen. Normales Blut verliert nach Heyl's Zählungen 1,7 % Blutkörperchen; ich selbst habe nur zwei photometrische Bestimmungen gemacht: das eine Mal fand ich einen Verlust von 3,69 %, das andere Mal von 4,32 % Hämoglobin.

Ein weiterer Nachtheil, welcher mit dem Defibriniren des Blutes verbunden ist, liegt in folgendem Umstande.

Kleine Mengen Blutes (2–3 ccm) lassen sich nur schwer defibriniren, man braucht dazu wohl die doppelte Menge. Die Abnahme grösserer Mengen muss aber die Beschaffenheit des Gesamtblutes merklich alteriren. —

Dagegen lässt sich die Abmessung beim defibrinirten Blute mit aller Ruhe ohne Ueberstürzung vornehmen, während die Abmessung eines normalen fibrinreichen Blutes sehr schnell vorgenommen werden muss. Selbstverständlich leidet darunter die Genauigkeit. Fieberblut mit geringer Gerinnungstendenz lässt sich dagegen sehr leicht behandeln. — Mir ist es einige wenige Mal passirt, dass die Abmessung besonders fibrinreichen Blutes misslang und wiederholt werden musste; einmal gelang die Abmessung erst beim vierten Male. —

Um das Blutquantum abzumessen, bediente ich mich einer hunderttheiligen feinen Pipette, welche, die markenfreie Spitze eingerechnet, bis zum 50sten Theilstriche 0,552 ccm bei Zimmertemperatur (17,5° C) enthielt.

1) Man vergleiche die Arbeiten meiner Vorgänger: Bojanus, Hoffmann, von Samson-Himmelstjerna und Maissurianz.

Der Abstand je zweier Theilstriche betrug 0,152 Cm., daher bedingte 0,01 Ccm. Blutes mehr resp. weniger einen sehr merklichen Niveauunterschied von 0,152 cm. Nun galt es eine für meine Untersuchungen zweckmässige Blutverdünnung ausfindig zu machen.

Ich habe schon oben die Gründe auseinandergesetzt, welche mich zwangen einerseits concentrirtere, andererseits sehr verdünnte Hämoglobinlösungen zu vermeiden. Ich entschied mich anfangs, unter Berücksichtigung dieser Umstände, für eine 150fache Blutverdünnung. (Versuch 1 und 2).

Um 0,552 ccm. Blut 150fach zu verdünnen, muss man 82,248 ccm. Wasser hinzuthun. Ein auf diese Weise verdünntes Blut giebt aber keineswegs eine genügend klare Flüssigkeit. Um dieselbe für die photometrische Methode brauchbar zu machen, muss man nach Huefner¹⁾ auf 100 ccm. Blut 3 gramm trockenes kohlensaures Natron hinzusetzen, somit auf 0,552 ccm. Blut 0,01656 gramm Soda. — Ich stellte mir eine Verdünnungsflüssigkeit her, welche auf 3 Liter dest. Wassers 0,604 Soda enthielt. 82,25 ccm einer solchen Lösung enthalten das erforderliche Quantum Soda = 0,01656. Die Abmessung von 82,25 ccm war aber sehr umständlich, zeitraubend und daher auch ungenau. Ich beschloss daher vom dritten Versuch ab jedesmal 100 ccm Verdünnungsflüssigkeit in Gebrauch zu ziehen, diese durfte auf 3 Liter nur 0,497 Soda enthalten. Auf diese Weise untersuchte ich bei meinen weiteren Versuchen (vom 3^{ten} ab) das Blut bei 182,159facher Verdünnung.

Die Abmessung der Verdünnungsflüssigkeit wurde von

1) Ueber die Quantität Sauerstoff, welche 1 gramm Hämoglobin zu binden vermag. Zeitschr. f. Phys. Chem. B. I pag. 324.

mir in den Versuchen 3--8 vermittelt eines graduirten Cylinders vorgenommen, jeder Theilstrich entsprach an demselben einem ccm, der Abstand je zweier Theilstriche etwa 0,15 cm. -- In meinen späteren Versuchen benutzte ich zur Abmessung der Verdünnungsflüssigkeit eine Pipette, welche 100 ccm Ausflussmenge hatte, d. h. die Ausflussmenge wog 100,0; der Hals dieser Pipette war so eng, dass bereits 0,1 ccm mehr resp. weniger einen Niveauunterschied von 0,3 cm ausmachte. Als Mischgefässe benutzte ich mit Stöpsel versehene Glasgefässe von circa 300 ccm Inhalt. Die bis zum 50sten Theilstrich mit Blut gefüllte Pipette wurde mit einem Leinwandläppchen äusserlich durch Abwischen gereinigt und sofort in die bereitstehende abgemessene Sodalösung entleert. Durch wiederholtes Vollsaugen und Wiederabfliessenlassen wurde sämtliches Blut aus derselben entfernt. Die Blutmischung wurde darauf kräftig in dem verschlossenen Glasgefäss durchgeschüttelt.

Sofort nach dem Gebrauche liess ich durch die Pipette eine grössere Menge dest. Wassers hindurchfliessen und behandelte sie darauf successive mit Alcohol und Aether, um sie für die nächste Blutabnahme zu trocknen. Das verdünnte Blut wurde filtrirt und gelangte dann sofort zur photometrischen Untersuchung. Ich benutzte einen auseinandernehmbaren Schulz'schen Flüssigkeitsbehälter (weil er leichter zu reinigen ist); da derselbe stark leckte, bestrich ich die Kanten der Seitenwandungen mit einer dünnen Schicht Canadabalsam, der Sicherheit wegen legte ich noch einen Kautschukring herum. Wollte ich den Trog auseinandernehmen, so stellte ich ihn auf kurze Zeit an einen warmen Ort; der Canadabalsam liess sich leicht mit einem Gemisch von Alcohol und Aether abwaschen.

Da die Untersuchungen ziemlich schnell auf einander folgten, so konnte ich den Behälter in der Zwischenzeit nicht vollkommen trocken machen. Einen höheren Grad von Wärme oder eine Alcohol- mit nachfolgender Aether-ausspülung musste ich wegen des Canadabalsams vermeiden. — Ich spülte daher jedesmal vor der Untersuchung den Behälter mit der zu prüfenden Flüssigkeit aus.

Die Dicke des Flintglaskörpers oder, was gleichbedeutend ist, die Dicke der wirksamen Flüssigkeitsschicht betrug bei allen Messungen, welche ich mit dem Vierordt'schen Apparate anstellte, da ich stets mit demselben Flüssigkeitsbehälter arbeitete, 1,003 Cm.

Da es sich bei meinen Untersuchungen wesentlich um relative Hämoglobinbestimmungen des Blutes handelte und ich stets zwei mehr weniger fehlerhafte Bestimmungen mit einander vergleichen musste, so erübrigt mir noch, die obersten Grenzwerte meines relativen Fehlers zu bestimmen. — Nehmen wir an, ich hätte nach einander zwei identische Blutsorten zu untersuchen gehabt, welche bei 182,2facher Verdünnung das Licht bis auf einen Rest von 0,317 abgeschwächt hätten; der entsprechende Exstinctionscoefficient wäre dann 0,5 gewesen. Nehmen wir ferner an, ich hätte bei der Wasserabmessung mit dem Cylinder glase eine sehr merkliche Niveaudifferenz von 1,5 mm. übersehen und zwar statt 100 101 ccm. Verdünnungsflüssigkeit abgemessen. — Geben wir zu, ich hätte bei der Blutabmessung eine Niveaudifferenz von 1,52 mm. nicht berücksichtigt und zwar anstatt 0,552 ccm. Blut nur 0,542 ccm. abgemessen. — Es würde dann die Mischung einer 185,8fachen Blutverdünnung entsprochen haben.

Dieser Blutverdünnung entspricht der Exstinctionscoefficient 0,4901, mithin würde sie die Lichtintensität auf 0,324

herabgesetzt haben. Setzen wir den Fall, ich hätte den Lichtintensitätsrest um 1,33% zu gross bestimmt, die Zahl 0,328 notirt und daher für den Exstinctionscoefficienten die Zahl 0,4841 gefunden.

Räumen wir ein, ich hätte das andere Mal nur 99 ccm. Wasser, dagegen 0,562 ccm. Blut abgemessen; ich hätte dann eine 177,1fache Blutverdünnung zur Untersuchung bekommen. Der richtige Exstinctionscoefficient hätte bei solcher Verdünnung 0,5147 sein müssen und die restirende Lichtintensität 0,306. — Gesetzt, ich hätte diese um 0,7% zu klein bestimmt und mir die Zahl 0,304 aufgeschrieben. Der hierzu gehörige Exstinctionscoefficient wäre dann 0,5171.

Setzen wir den Exstinctionscoefficienten 0,4841 gleich 100, so ist der Exst.-coëff. 0,5171 gleich 106,8; setzen wir den zweiten Exst.-coëff. = 100, so ist der erste = 93,61. Wir hätten somit bei dieser denkbar ungünstigsten Combination der maximalen Fehlerwerthe eine fehlerhafte Schwankung des Hämoglobingehaltes von $\pm 6,8\%$ resp. $\pm 6,4\%$ bekommen. Dass thatsächlich die von mir begangenen Fehler sehr viel kleiner gewesen sind, brauche ich nicht erst zu behaupten.

Folgende Daten sind ihrer geringen Anzahl wegen nicht beweiskräftig; sie mögen zur Illustration des eben Gesagten beitragen.

Pferdeblut ¹⁾.

Concentration.		Exst. coëff.	Relation der Exst. coëff.	Fehler.
100 fache Verdünnung	1000	0,79861	1000	0,0 %
150 fache	666	0,52726	660	— 0,6 %
200 fache	500	0,38722	484	— 1,6 %

1) Das Blut stammte von einem alten schlechtgenährten Bauerpferde, welchem zu anderen Zwecken in kurzen Intervallen grosse Quantitäten Blutes abgenommen waren; der relativ niedrige Werth der Exst.-coëfficienten ist somit erklärlich.

Das Blut blieb merkwürdiger Weise, trotzdem es nicht gekühlt war, so lange ungeronnen, dass ich mit derselben Pipette, welche ich inzwischen zweimal reinigen und auf die genannte Weise trocknen musste, die Abmessungen vornehmen konnte. —

Um die Temperatur zu messen, wurde dem betreffenden Thiere ein wohleingefettetes kurzes Thermometer in den Mastdarm eingeführt und mit einem Bindfaden am Schwanze befestigt. Schafe schienen durch das stundenlang im Mastdarm liegende Instrument wenig belästigt zu werden; die Defäcation wurde durchaus nicht behindert. Bei Hunden musste vor jeder Temperaturmessung das Instrument eingeführt und für die Zwischenzeit entfernt werden.

Versuche.

Ich gehe jetzt über zu der Darlegung meiner Versuche. Es galt zunächst nachzuweisen, dass die Tageschwankungen, welchen der Hämoglobingehalt des Blutes gesunder Thiere nach den Untersuchungen Leichtenstern's¹⁾ und Anderer unterliegt, viel geringer sind, als die Schwankungen im Blute von Thieren, welche durch septische Stoffe infectirt worden waren.

Zu diesem Zwecke wurde von mir in den drei ersten Versuchen gesunden Thieren (zweien Schafen und einem Hunde) in kurzen Zwischenräumen, wo möglich stündlich, eine kleine Quantität Blutes abgenommen und der Exstinctionscoëfficient bestimmt.

Bei den folgenden Versuchen wurde den Thieren zunächst eine, mitunter zwei, Blutproben abgenommen und unmittelbar darauf eine gewisse (bei jedem Versuche angegebene) Quantität Jauche in die Vene injicirt.

Die nachfolgenden Tabellen und graphischen Darstellungen bedürfen kaum eines Commentares. Was letztere anbetrifft, so wurde der Exstinctionscoëfficient der Normalblutprobe jeweilig gleich 100 gesetzt und die übrigen Exstinctionscoëfficienten auf Grund dieser Annahme umgerechnet; mit anderen Worten, die in der entsprechenden Tabelle im letzten Stabe befindlichen Zahlen wurden zur

1) Untersuchungen über den Hämoglobingehalt des Blutes, 1878.

Herstellung der Hämoglobincurve direct verwendet. Da die Exstinctionscoefficienten in allen meinen Versuchen ausnahmslos echte Brüche sind, so habe ich mir erlaubt, aus Bequemlichkeitsgründen, das 0, ... vom zweiten Versuche ab wegzulassen.

Versuch I¹⁾.

Gesundes Schaf.

Körpergewicht 25200 grm. Frisst den ganzen Tag über. Respirationsfrequenz 18—22. Pulsfrequenz 80—100 Kurz vor 1 Uhr Nachmittags verlor das Thier durch einen unglücklichen Zufall (Abstreifung des Klemmers) über 100 cem. Blut.

Am Ende des zweiten Versuchstages zeigte das Blut eine so starke Gerinnungstendenz, dass eine Abmessung desselben mittelst der feinen Pipette trotz wiederholter Versuche nicht mehr gelingen wollte.

Tabelle I.

Datum.	Zeit der Blutabnahme	Nummer	Temperatur.	Direct abgelesener Intensitätsrest J ¹ .	Corrigirter J ¹ J. ²⁾ .	Extinctions- coeff. E.	Hämo- globin- %.
XI. 17.	9 ^h 30'	—	39,9	—	—	—	—
" "	10 ^h 10'	I	39,8	0,335	0,291	0,536	100,0
" "	10 ^h 35'	—	39,8	—	—	—	—
" "	11 ^h 0'	II	39,8	0,333	0,289	0,539	100,5
" "	11 ^h 30'	—	39,8	—	—	—	—
" "	12 ^h 0'	III	39,8	0,325	0,281	0,551	102,8
" "	12 ^h 30'	—	39,9	—	—	—	—
" "	12 ^h 45'	Blutverlust von über 100 Ccm.					

1) Das Blut wurde in diesem und dem nächstfolgenden Versuche nur 150fach verdünnt.

2) Ich glaube die Stübe J¹ und J in den folgenden Tabellen als überflüssig weglassen zu dürfen.

Am Nachmittage des zweiten Versuchstages gerann das Blut sofort, bereits in der Pipette, so dass das Abmessen unmöglich wurde.

Tabelle III.

Datum.	Zeit der Blutabnahme.	Nr.	Tempe- ratur.	E.	%
XI. 23.	8 ^h 45'	—	38,9	—	—
" "	9 ^h 30'	I	39,2	559	100,0
" "	10 ^h 0'	—	38,9	—	—
" "	10 ^h 30'	II	38,9	569	101,7
" "	11 ^h 0'	—	39,1	—	—
" "	11 ^h 30'	III	39,0	554	99,16
" "	12 ^h 0'	—	39,2	—	—
" "	12 ^h 30'	IV	39,1	539	96,4
" "	1 ^h 0'	—	39,1	—	—
" "	1 ^h 30'	V	39,2	547	97,8
" "	3 ^h 0'	VI	38,6	551	98,6
" "	3 ^h 30'	—	38,7	—	—
" "	4 ^h 0'	VII	38,6	536	95,9
" "	4 ^h 30'	—	38,4	—	—
" "	5 ^h 0'	VIII	38,3	524	93,8
" "	5 ^h 30'	—	38,4	—	—
" "	6 ^h 0'	IX	38,4	520	93,0
" "	6 ^h 30'	—	38,4	—	—
" "	7 ^h 0'	X	38,3	513	91,7
" "	7 ^h 30'	—	38,4	—	—
" "	9 ^h 30'	XI	38,7	498	89,0
" "	10 ^h 0'	—	39,1	—	—
" "	10 ^h 30'	XII	39,1	491	87,8
" "	11 ^h 0'	—	39,0	—	—
" "	11 ^h 30'	—	38,8	—	—
" "	11 ^h 45'	XIII	—	504	90,2
" "	12 ^h 0'	—	38,6	—	—
" "	12 ^h 30'	XIV	38,5	483	86,4
" "	1 ^h 0'	—	38,4	—	—
" "	1 ^h 30'	—	38,5	—	—
" "	2 ^h 0'	XV	38,5	491	87,8
" "	2 ^h 30'	—	38,6	—	—
" "	3 ^h 0'	—	38,7	—	—
" "	3 ^h 30'	—	38,6	—	—

Betrachtet man die Ergebnisse dieser drei Normalversuche, so sieht man, dass auch bei gesunden Thieren der Hämoglobingehalt des Blutes gewissen Tagesschwankungen unterliegt; es erreichen aber die Schwankungen am ersten Versuchstage kaum 10 %. Am zweiten Tage sind die Exstinctionscoëfficienten durchweg kleiner geworden; dieses wird wohl auf den Blutverlust zurückzuführen sein. Das nichtdefibrinirte Blut gesunder Schafe und Hunde erfordert bei seiner grossen Gerinnungstendenz eine gewisse Hast bei der Abmessung, welche der Genauigkeit derselben Abbruch thun muss; auf Grund dieser Erfahrung glaube ich annehmen zu müssen, dass die von mir gefundenen Schwankungen, wahrscheinlich, zu gross ausgefallen sind. Die folgenden Versuche betreffen fieberkranke Thiere, deren bekanntlich geraume Zeit flüssigbleibendes Blut eine Abmessung ohne jede Uebereilung zulässt.

Versuch IV.

Schafbock.

Körpergewicht 28700 grm. Wird bald nach 9 Uhr gefesselt und operirt. Die erste Blutabnahme erfolgt beim noch auf dem Tische liegenden Thiere, die zweite eine Stunde später beim freien Thiere. Unmittelbar darauf werden in die Vene 10 Ccm. einer frisch filtrirten Jauche injicirt¹⁾. (Als Jauche benutzte ich eine sehr übelriechende missfarbige Flüssigkeit, welche durch monatelanges Maceriren von Katzenmuskeln in Wasser hergestellt worden war.)

1) Ich will hier ein für allemal bemerken, dass die von mir in den folgenden Versuchen injicirte Jauche jedesmal kurz vor dem Gebrauche filtrirt wurde.

Da das Thier nach erfolgter Injection nicht genügend krank erscheint, werden gleich nach 12 Uhr noch 15 ccm derselben Jauche injicirt. Das Thier wird sehr matt, die Temperatur steigt, die Respiration und der Puls sind frequent, Koth geballt, nicht blutig, Harn klar. Dieser Zustand dauert nicht lange an, schon nach fünf Stunden hat sich das Thier so weit erholt, dass es mit grossem Appetit vorgelegtes Heu verzehrt. — Auch am zweiten Tage macht das Thier nicht den Eindruck, schwer erkrankt zu sein, es frisst recht gut, die Respiration und der Puls sind normal. Am dritten Tage derselbe Zustand; das Blut zeigt sehr starke Gerinnungstendenz, während es an den vorhergehenden Tagen längere Zeit flüssig blieb.

Zu den nun folgenden Versuchen bemerke ich, dass ich in allen Fällen, in welchen zwei Blutabnahmen vor der Injection stattfanden, den in der zweiten Blutprobe gefundenen Exstinctionscoëfficienten gleich 100 gesetzt habe und zwar weil die entsprechende Blutabnahme beim entfesselten Thiere stattfand.

Tabelle IV.

Datum.	Zeit		Nr.	Tempe- ratur.	E.	%
	der Blutabnahme.					
XI. 25.	9 ^h	0'	—	40,0	—	—
" "	9 ^h	30'	I	—	613	106,2
" "	10 ^h	0'	—	39,8	—	—
" "	10 ^h	30'	II	39,8	577	100,0
" "	10 ^h	45'	Inject. v.	10 Ccm.	Jauche in die Vene.	
" "	11 ^h	0'	—	39,6	—	—
" "	11 ^h	10'	III	—	551	95,6
" "	11 ^h	30'	—	40,0	—	—
" "	11 ^h	45'	—	40,2	—	—
" "	12 ^h	0'	IV	40,2	559	9,69
" "	12 ^h	15'	Inject. v.	15 Ccm.	Jauche in die Vene.	
" "	12 ^h	30'	—	39,9	—	—

Datum.	Zeit	Nr.	Tempe- ratur.	E.	‰
	der Blutabnahme.				
XI. 25.	12 ^h 45'	—	40,4	—	—
„ „	1 ^h 0'	V	40,5	559	96,9
„ „	1 ^h 30'	—	40,6	—	—
„ „	2 ^h 0'	VI	40,8	569	98,6
„ „	2 ^h 30'	—	40,8	—	—
„ „	3 ^h 0'	—	40,8	—	—
„ „	3 ^h 30'	VII	40,5	548	95,1
„ „	4 ^h 0'	—	3,99	—	—
„ „	4 ^h 45'	VIII	—	533	92,4
„ „	5 ^h 0'	—	40,0	—	—
„ „	5 ^h 30'	IX	40,0	504	87,5
„ „	6 ^h 0'	—	39,9	—	—
„ „	6 ^h 30'	—	39,9	—	—
„ „	7 ^h 0'	X	39,9	504	87,5
„ 26.	9 ^h 0'	XI	39,8	470	81,5
„ „	9 ^h 30'	—	39,9	—	—
„ „	10 ^h 0'	XII	39,8	483	83,7
„ „	10 ^h 30'	—	39,6	—	—
„ „	11 ^h 0'	—	39,6	—	—
„ „	11 ^h 30'	XIII	39,7	444	7,69
„ „	12 ^h 0'	—	39,7	—	—
„ „	12 ^h 30'	—	39,7	—	—
„ „	1 ^h 0'	—	39,8	—	—
„ „	3 ^h 0'	XIV	39,7	407	70,5
„ „	4 ^h 0'	—	39,8	—	—
„ „	4 ^h 30'	—	39,7	—	—
„ „	6 ^h 0'	—	39,8	—	—
„ „	6 ^h 30'	XV	39,8	401	69,5
„ „	7 ^h 0'	—	39,8	—	—
„ 27.	9 ^h 0'	—	39,9	—	—
„ „	9 ^h 30'	XVI	39,9	395	68,4
„ „	10 ^h 0'	—	40,0	—	—
„ „	10 ^h 30'	—	40,5	—	—
„ „	10 ^h 45'	XVII	—	384	66,6
„ „	11 ^h 0'	—	40,0	—	—
„ „	11 ^h 15'	—	40,0	—	—
„ „	11 ^h 30'	—	40,0	—	—
„ „	12 ^h 0'	XVIII	39,9	384	66,6
„ „	12 ^h 30'	—	39,9	—	—

Das Thier blieb am Leben.

Versuch V.

Schaf. Körpergewicht 27400 grm.

Da die Jauche, welche ich im vorigen Versuche anwende, sich sehr wenig wirksam erwiesen hatte, wurde von mir eine andere Jauche in Gebrauch gezogen, deren Ursprung mir unbekannt geblieben ist.

Unmittelbar nach der Injection von 15 Ccm. erscheint das Thier sehr krank. Es liegt am Boden; die Respiration ist beschleunigt, keuchend, der Puls äusserst frequent. Bald nach der Injection zeigt das Blut starke Gerinnungstendenz; bei den folgenden Blutabnahmen bleibt das Blut lange Zeit flüssig. Gegen 3 Uhr Nachmittags beginnt das Thier sich zusehends zu erholen. Der Koth war den ganzen Tag über geballt.

Am zweiten Versuchstage ist das Thier wieder ganz munter. Das Blut gerinnt kaum langsamer, als in der Norm.

Tabelle V.

Datum.	Zeit	Nr.	Temperatur.	E.	%
	der Blutabnahme.				
XI. 30.	8 ^h 30'	—	39,0	544	—
" "	8 ^h 45'	I	—	—	107,8
" "	9 ^h 0'	—	30,4	—	—
" "	9 ^h 30'	—	39,3	504	—
" "	9 ^h 45'	II	39,3	—	100,0
" "	9 ^h 50'	Inject. v. 15 Ccm.	Jauche in d. Vene	—	—
" "	10 ^h 0'	—	39,7	—	—
" "	10 ^h 30'	III	39,7	544	107,8
" "	11 ^h 0'	—	39,9	—	—
" "	11 ^h 30'	IV	39,3	412	81,7
" "	12 ^h 0'	—	39,9	—	—
" "	12 ^h 15'	—	40,1	—	—
" "	12 ^h 30'	V	40,1	384	76,1
" "	1 ^h 0'	—	40,3	—	—
" "	1 ^h 15'	—	40,3	—	—

Datum.	Zeit	Nr.	Tempe- ratur.	E.	‰
	der Blutabnahme.				
XI. 30.	1 ^h 30'	VI	40,3	362	71,7
" "	2 ^h 0'	—	40,2	—	—
" "	3 ^h 0'	VII	39,9	357	70,7
" "	3 ^h 30'	—	40,0	—	—
" "	4 ^h 0'	VIII	40,3	395	78,2
" "	4 ^h 30'	—	40,3	—	—
" "	5 ^h 0'	IX	40,3	341	67,6
" "	5 ^h 30'	—	40,2	—	—
" "	6 ^h 0'	—	39,9	—	—
" "	6 ^h 30'	X	39,8	352	69,7
" "	7 ^h 0'	—	39,9	—	—
XII. 1.	9 ^h 15'	—	40,0	—	—
" "	9 ^h 30'	XI	40,0	362	71,7
" "	10 ^h 0'	—	39,8	—	—
" "	11 ^h 0'	XII	39,6	352	69,7
" "	4 ^h 30'	XIII	39,8	384	76,1
" "	5 ^h 0'	—	39,8	—	—

Das Thier blieb am Leben.

Versuch VI.

Schaf. Körpergewicht 23700 grm.

Um 9^h 40' Injection von 25 Ccm. derselben Jauche. Genau dieselben Erscheinungen und dasselbe Verhalten, wie beim vorhergehenden Versuchsthier, mit dem einzigen Unterschiede, dass gegen 3 Uhr Nachmittags sich eine andauernde Diarrhöe einstellte.

Tabelle VI.

Datum.	Zeit	Nr.	Temperatur.	E.	‰
	der Blutabnahme.				
XII. 2.	9 ^h 0'	—	40,1	—	—
„ „	9 ^h 30'	I	40,0	498	100,0
„ „	9 ^h 40'	Inject. v.	25 Ccm.	Jauche in	d. Vene.
„ „	9 ^h 45'	—	40,2	—	—
„ „	10 ^h 0'	II	40,2	633	127,1

Datum.	Zeit	Nr.	Tempe- ratur.	E.	%
	der Blutabnahme				
XII. 2.	10 ^h 30'	—	39,8	—	—
" "	10 ^h 45'	—	39,9	—	—
" "	11 ^h 0'	III	40,0	519	104,2
" "	11 ^h 15'	—	40,2	—	—
" "	11 ^h 30'	—	40,0	—	—
" "	12 ^h 0'	IV	39,9	559	112,4
" "	12 ^h 30'	—	40,3	—	—
" "	12 ^h 45'	—	40,7	—	—
" "	1 ^h 0'	V	40,8	513	103,1
" "	1 ^h 30'	—	40,5	—	—
" "	2 ^h 0'	VI	40,2	527	105,9
" "	2 ^h 30'	—	40,1	—	—
" "	3 ^h 30'	VII	40,0	470	94,6
" "	4 ^h 0'	—	40,1	—	—
" "	4 ^h 30'	VIII	40,0	444	89,2
" "	5 ^h 0'	—	39,9	—	—
" "	5 ^h 30'	IX	39,9	444	89,2
" "	6 ^h 0'	—	39,8	—	—
" "	6 ^h 30'	X	39,9	407	81,7
" "	7 ^h 0'	—	39,9	—	—
" 3.	9 ^h 0'	—	40,2	—	—
" "	9 ^h 30'	XI	—	418	83,9
" "	10 ^h 0'	—	40,0	—	—
" "	11 ^h 0'	XII	40,0	444	89,2
" "	4 ^h 0'	XIII	40,1	470	94,6

Das Thier blieb am Leben.

Da es mir mit den, mir zu Gebote stehenden, beiden fertigen Jauchen nicht gelungen war, eine tödtliche septische Infection hervorzurufen, so stellte ich mir eine frischere, weniger stinkende, aber wirksamere Jauche her, indem ich Rinderblutserum und Pericardiumflüssigkeit vom Pferde, beide gesondert, in offenen Gefässen 24 Stunden lang einer Temperatur von 25—28° R aussetzte und dann die sich zersetzenden Flüssigkeiten einfach bei Zimmer-temperatur stehen liess.

Unterdessen machte ich einen Versuch mit einer Hämoglobinjection, welche nach Maissuriansz' beiden Versuchen besonders starke Schwankungen in der Anzahl der rothen Blutkörperchen hervorzurufen scheint. — Obgleich dieser Versuch, streng genommen, nicht in den Rahmen meiner Arbeit gehört, so will ich ihn doch mittheilen.

Versuch VII.

Schaf (trächtig).

Körpergewicht 36500 grm. Dem Thiere werden um 10^h 30' 35 Ccm Blut abgenommen und dieses defibrinirt. Es blieben 33 Ccm defibrinirten Blutes übrig, welches, mit der gleichen Menge Wasser gemischt, durch Leinwand colirt wurde. Um 10^h 50' wurden 60 Ccm dieser Flüssigkeit injicirt.

Mit Ausnahme einer etwas beschleunigten Respiration war keine sichtbare Störung des Allgemeinbefindens wahrzunehmen. — Der Urin zeigte anfangs deutlich Oxyhämoglobinstreifen, erwies sich aber schon am Nachmittage hämoglobinfrei. Das Blut zeigte von vorn herein keine grosse Gerinnungstendenz. Am zweiten Tage scheint das Thier ganz gesund zu sein.

Tabelle VII.

Datum.	Zeit	Nr.	Temperatur.	E.	‰	
	der Blutabnahme.					
XII. 6.	8 ^h 30'	—	39,7	—	—	
„ „	9 ^h 0'	I	40,0	498	101,4	
„ „	9 ^h 30'	—	40,3	—	—	
„ „	10 ^h 0'	II	40,3	491	100,0	
„ „	10 ^h 30'	—	39,9	Abnahme v. 35 Ccm. Blut.	102,8	
„ „	10 ^h 45'	III	—			504
„ „	10 ^h 50'	Injection von Hamöglobin in d. Vene.				

Datum	Zeit	Nr.	Temperatur.	E.	%
	der Blutabnahme.				
XII. 6.	11 ^h 0'	—	40,1	—	—
" "	11 ^h 15'	IV	40,3	444	90,4
" "	11 ^h 30'	V	40,2	470	95,7
" "	12 ^h 0'	—	40,5	—	—
" "	12 ^h 30'	—	40,3	—	—
" "	12 ^h 45'	—	40,2	—	—
" "	1 ^h 0'	VI	40,1	488	98,4
" "	1 ^h 30'	—	40,1	—	—
" "	1 ^h 45'	—	40,0	—	—
" "	2 ^h 0'	VII	39,9	498	191,4
" "	2 ^h 15'	—	39,7	—	—
" "	3 ^h 0'	VIII	39,7	513	104,5
" "	3 ^h 30'	—	39,6	—	—
" "	4 ^h 0'	IX	39,7	504	102,8
" "	4 ^h 30'	—	39,6	—	—
" "	5 ^h 0'	X	39,6	498	101,4
" "	5 ^h 30'	—	39,5	—	—
" "	6 ^h 0'	—	39,5	—	—
" "	6 ^h 30'	XI	39,4	491	100,0
" "	7 ^h 0'	—	39,5	—	—
" 7.	9 ^h 0'	—	40,0	—	—
" "	9 ^h 30'	XII	40,0	444	90,4
" "	10 ^h 0'	—	39,9	—	—
" "	10 ^h 30'	—	39,8	—	—
" "	11 ^h 0'	XIII	39,8	436	88,9
" "	11 ^h 30'	—	39,7	—	—
" "	12 ^h 0'	XIV	39,6	450	91,6
" "	12 ^h 30'	—	39,7	—	—
" "	4 ^h 0'	XV	39,9	470	95,7
" "	4 ^h 30'	—	39,8	—	—
" "	5 ^h 0'	—	39,9	—	—

Das Thier blieb am Leben.

Versuch VIII.

Hund.

Körpergewicht 14600 grm. Um 9^h 25' Injection von 40 Ccm Jauche (gefaltete Pericardiumflüssigkeit vom Pferde). Anfangs ist das Thier in seinem Allgemeinbefinden wenig

gestört. Die erste nach der Injection abgenommene Blutprobe gerinnt sehr schnell, die folgenden dagegen sehr langsam. — Nach 11 Uhr wiederholtes Erbrechen und flüssige Ausleerungen. Das Thier erholt sich am Nachmittage. Am zweiten Versuchstage ist das Thier sehr matt.

Tabelle VIII.

Datum.	Zeit	Nr	Temperatur.	E.	%
	der Blutabnahme.				
XII. 8.	8 ^h 45'	—	39,4	—	—
" "	9 ^h 10'	I	—	498	100,0
" "	9 ^h 25'	Inject. v. 40 Ccm. Jauche in die Vene.			
" "	9 ^h 30'	—	39,7	—	—
" "	9 ^h 45'	II	39,9	513	103,1
" "	10 ^h 0'	—	39,8	—	—
" "	10 ^h 30'	III	39,8	520	104,5
" "	11 ^h 0'	—	39,6	—	—
" "	11 ^h 30'	IV	39,9	470	94,4
" "	12 ^h 0'	—	40,6	—	—
" "	12 ^h 30'	V	40,7	498	100,0
" "	1 ^h 30'	VI	40,9	544	109,3
" "	2 ^h 0'	—	40,7	—	—
" "	3 ^h 0'	VII	40,1	513	103,1
" "	4 ^h 0'	VIII	39,3	491	98,6
" "	5 ^h 0'	IX	38,8	483	97,0
" "	6 ^h 0'	X	38,7	513	103,1
" "	6 ^h 30'	—	38,7	—	—
" 9.	9 ^h 0'	—	39,5	—	—
" "	9 ^h 30'	XI	—	431	86,5
" "	10 ^h 0'	—	39,8	—	—
" "	11 ^h 0'	XII	39,8	417	83,9
" "	1 ^h 0'	XIII	39,5	412	82,8
" "	5 ^h 0'	XIV	39,4	418	83,9

Das Thier blieb am Leben.

Versuch IX.

Schafbock.

Körpergewicht 27500 grm. Um 10^h 35' Injection von 30 Ccm Jauche (Rinderblutserum). Von 11 Uhr ab wiederholte, anfangs breiige, später vollkommen flüssige Dejectionen. Harn saturirt, spärlich, nicht hämoglobinhaltig. Auch am zweiten Versuchstage ist das Thier schwer krank.

Tabelle IX.

Datum.	Zeit		Nr.	Tempe- ratur.	E.	o/o
	der Blutabnahme.					
I. 3.	9 ^h	0'	—	39,8	—	—
" "	9 ^h	30'	I	—	520	98,1
" "	10 ^h	0'	—	39,8	—	—
" "	10 ^h	30'	II	39,7	539	100,0
" "	10 ^h	35'	Inject. v.	30 Ccm.	Jauche in die Vene.	
" "	10 ^h	45'	—	40,0	—	—
" "	11 ^h	0'	III	40,1	604	113,9
" "	11 ^h	15'	—	39,8	—	—
" "	11 ^h	30'	—	39,6	—	—
" "	11 ^h	45'	—	39,3	—	—
" "	12 ^h	0'	IV	39,1	542	102,2
" "	12 ^h	30'	—	38,8	—	—
" "	12 ^h	45'	—	39,0	—	—
" "	1 ^h	0'	V	39,5	587	110,7
" "	1 ^h	30'	—	40,1	—	—
" "	2 ^h	0'	VI	40,6	599	111,0
" "	2 ^h	15'	—	40,5	—	—
" "	2 ^h	30'	—	40,6	—	—
" "	2 ^h	45'	—	40,6	—	—
" "	3 ^h	0'	VII	40,7	613	115,6
" "	3 ^h	30'	—	40,3	—	—
" "	4 ^h	0'	VIII	40,2	652	122,9
" "	4 ^h	15'	—	40,2	—	—
" "	4 ^h	30'	—	40,4	—	—
" "	5 ^h	0'	IX	40,4	599	111,0
" "	5 ^h	30'	—	40,5	—	—
" "	6 ^h	0'	X	40,3	592	111,6
" "	6 ^h	30'	—	40,2	—	—

Datum.	Zeit der Blutabnahme.	Nr.	Tempe- ratur.	E.	%
I. 4.	9 ^h 0'	—	40,7	—	—
" "	9 ^h 30'	XI	40,8	533	100,5
" "	10 ^h 0'	—	40,6	—	—
" "	10 ^h 30'	—	40,5	—	—
" "	11 ^h 0'	XII	40,4	530	100,0
" "	11 ^h 30'	—	40,5	—	—
" "	3 ^h 30'	—	40,4	—	—
" "	4 ^h 30'	XIII	40,3	545	102,8
" "	5 ^h 0'	—	40,5	—	—

Tod in der zweiten Nacht nach der Injection.

Section: Ueberall flüssiges Blut, an den Lungen und dem Herzen zahlreiche punktförmige Ecchymosen Darmkanal und Harnblase vollkommen leer. Lymphdrüsen dunkelroth.

Man wird zugeben müssen, dass die eben dargelegten Versuche ein positives Resultat ergeben haben, indem sie deutlich zeigen, dass die Schwankungen des Hämoglobingehaltes des Blutes fiebernder Thiere zweifellos grösser sind, als die Schwankungen bei gesunden Thieren. — Nachdem somit der von Heyl und von Maissurians constatirte Befund auch von mir nur bestätigt werden konnte, ging ich in meinen weiteren Versuchen darauf aus, womöglich zu entscheiden, ob die Alteration des gegenseitigen Verhältnisses zwischen Blutplasma und Blutkörperchen durch Plasmaustritt aus der Blutbahn resp. Zufuhr — wobei die Gewichtsmenge der Blutkörperchen im Organismus constant gedacht werden müsste, oder umgekehrt durch Blutkörperchen-Schwund resp. Zufuhr bedingt sei. Eine Combination beider Vorgänge war natürlich, als dritte Möglichkeit, im Auge zu behalten.

Da, trotz aller möglichen Schwankungen in der Zusammensetzung der einzelnen rothen Blutkörperchen, der durch die Gesamtheit derselben repräsentirte procentische Hämoglobin- und Stromagehalt einer Gewichtsmenge der Körperchen wohl als constant angenommen werden dürfte, so folgt, dass eine relative Zunahme derselben das specifische Gewicht des Blutes erhöhen, eine relative Abnahme dagegen dasselbe erniedrigen muss, einfach aus dem Grunde, weil die rothen Blutkörperchen specifisch sehr viel schwerer sind, als das Plasma und dabei einen beträchtlichen Theil des Gesammtblutes ausmachen. —

Auch Pflüger¹⁾ folgerte aus dem, von ihm und Zuntz gefundenen, constanten specifischen Gewichte des Serums einerseits und dem verschiedenen specifischen Gewichte des Blutes bei derselben Thierart (Hund) andererseits, dass die Verschiedenheit des spec. Gewichtes des Blutes durch verschiedenen Gehalt desselben an Blutkörperchen bedingt sei. Kemmerich und später Quinke²⁾ fanden, dass bei Vergleichung der gefundenen Hämoglobinprocente mit dem spec. Gewichte des Gesammtblutes ein Steigen und Fallen beider Werthe in gleichem Sinne unverkennbar war. —

Dass das spec. Gewicht des Blutes in gleichem Sinne auch mit dem Exinctionscoëfficienten sich ändern muss, zeigt folgende Betrachtung. Enthalten 100 grm Blut h grm Hämoglobin, ist ϵ der Exinctionscoëfficient dieses Blutes bei v facher Verdünnung, A das Absorptionsverhältniss und s das spec. Gewicht des Blutes, so ist

$$h = \frac{\epsilon \cdot v \cdot A \cdot 100}{s} \quad \text{oder} \quad s = \frac{\epsilon \cdot v \cdot A \cdot 100}{h}; \quad \text{da nun das}$$

1) Pflüger's Archiv B. I S. 75.

2) Virchow's Archiv B. 54. Ueber den Hämoglobingehalt des Blutes in Krankheiten.

Produkt v. A. 100 eine constante Zahl ist, so bezeichnen wir es mit c. Wir erhalten $s = c \cdot \frac{\varepsilon}{h}$ (1). Bezeichnen wir ferner den Gehalt von 100 grm. Blut an Blutkörperchen mit b grm., und nehmen wir an, dass 100 grm. Blutkörperchen c₁ (eine Constante) grm. Hämoglobin enthalten, so können wir auch $s = \text{Const.} \frac{\varepsilon}{b}$ (2) schreiben. Wird nun h oder b grösser, so soll auch s grösser werden; dieses ist aber nicht anders möglich, als wenn auch ε und zwar in noch höherem Masse grösser wird. Ich folgere daraus, dass mit dem Wachsen oder Kleinerwerden des Extinctionscoëfficienten eine Zunahme resp. Abnahme des spec. Gewichtes des Blutes Hand in Hand gehen muss.

Eine andere Grösse, welche mit dem Blutkörperchengehalte des Blutes — also auch mit dem Extinctionscoëfficienten — gleichsinnig wächst und abnimmt, ist der Trockenrückstand des Gesamtblutes, weil seine Hauptcomponente von dem Trockenrückstande der rothen Blutkörperchen gebildet wird. Doch ist dabei ausdrücklich zu bemerken, dass das spec. Gewicht und das Gewicht des Trockenrückstandes des Gesamtblutes sich keineswegs gegenseitig zu bedingen brauchen. Ein fettreicher schwererer Trockenrückstand würde einem relativ leichteren spec. Gewicht entsprechen, desgleichen ein fettarmer leichter Trockenrückstand womöglich einem höheren spec. Gewichte des Blutes. — Die jeweilige directe Bestimmung des spec. Gewichtes des Blutes und des Gewichtes seines Trockenrückstandes gab mir die Möglichkeit, wie ich sogleich zeigen werde, einen Einblick in die jedesmalige Blutzusammensetzung zu gewinnen; hieran liessen sich dann weitere Betrachtungen über die Veränderungen, welche das Blut erleiden musste, knüpfen.

In der That, es lässt sich, mit Heranziehung gewisser Daten (des procentischen Hämoglobingehaltes und Trockenrückstandes der rothen Blutkörperchen), wenn drei Werthe, der Exst.-coëff., das spec. Gewicht und der procentische Trockenrückstand des Blutes gegeben sind, drei weitere Werthe, der procentische Hämoglobingehalt, der procentische Blutkörperchengehalt der jeweiligen Blutprobe und schliesslich der procentische Trockenrückstand des dazugehörigen Plasmas berechnen.

Bezeichnen wir den Exst.-coëff. mit ϵ , die Verdünnungszahl des untersuchten Blutes mit $v=182,2$ und das Absorptionsverhältniss mit $A=0,001^1)$.

Nehmen wir ferner an, dass beim Schafe 100 grm. Blutkörperchen $28,0^2)$ grm. Hämoglobin enthalten und 100 grm. Blutkörperchen $40,0^3)$ grm. Trockensubstanz ergeben.

Bezeichnen wir das spec. Gewicht des Blutes mit s .

Es enthalten 100 Ccm. Blut $\epsilon \cdot v \cdot A \cdot 100$ Hämoglobin oder 100 grm. Blut $\frac{\epsilon \cdot v \cdot A \cdot 100}{s}$ Hämoglobin; daher

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

1) In Huefner's Laboratorium (Tübingen) ist das Absorptionsverhältniss für den Blutfarbstoff verschiedener Thierspecies bestimmt worden. v. Noorden (Zeitschr. f. Phys. Chemie Bd. IV S. 19 u. 21) bestimmte für Hundhämoglobin $A' = 0,00100$, für Rattenhämoglobin $A' = 0,001105$ und für Meerschweinchenhämoglobin $A' = 0,001027$.

Otto (Zeitschr. f. Phys. Chem. Bd. VII S. 62) fand für Schweineblut $A' = 0,001014$.

2) 1000 grm. Blutkörper. enthalten nach Bunge (Zeitschr. f. Biologie Bd. XII S. 208) 280,5 grm. Hämoglobin (Rind) und 261,0 grm (Schwein).

3) 100 grm Blutkörper. ergeben nach Bunge (l. c. und Zeitschr. für Phys. Chemie Bd. III. S. 66) 40,0 resp. 41,4 Trockensubstanz (Rind). Hohlbeck (Hoppe-Seyler Phys. Chemie S. 447) fand im arteriellen Hundeblut auf 100 grm. Blutkörper. 43,0 Trockensubstanz.

Nehmen wir an, dass 100 grm. Blut aus b grm. Blutkörperchen und p grm. Plasma zusammengesetzt sind, dann ist $p = 100 - b$ (2).

Es enthalten ferner:

100 grm. Blutkörperchen $\frac{\text{e. v. A. } 100 \cdot 100}{\text{s. b.}}$ grm. Hämoglobin oder, wie wir angenommen haben, 28 grm.,

$$\text{daher } b = \frac{\text{e. v. A. } 100 \cdot 100}{28 \cdot \text{s.}} \quad \text{oder}$$

$$b = \frac{h \cdot 100}{28} \quad (3)$$

Setzen wir den procentischen Trockenrückstand des Blutes als bekannt voraus und nennen wir ihn T , so ist $T - \frac{40 b}{100}$ grm. derjenige Theil des Trockenrückstandes, welcher auf p grm. Plasma bezogen werden muss.

Es ergeben dann 100 grm. Plasma $\left(T - \frac{2 b}{5}\right) \frac{100}{p}$ grm. = t Trockenrückstand; da $p = 100 - b$ ist, erhalten wir

$$t = \left(T - \frac{2 b}{5}\right) \frac{100}{100 - b} \quad (4)$$

Die auf besagte Weise gewonnenen Daten lassen sich, in übersichtlicher Weise, nach folgendem Schema ¹⁾ gruppieren:

$$100 \text{ Blut} \left| \begin{array}{cc} b & \frac{h}{5} \\ + & \frac{2b}{5} - h \\ & + \\ p & T - \frac{2b}{5} \end{array} \right| T$$

1) $\frac{2b}{5}$ ist der Trockenrückstand von b feuchten Blutkörperchen; $\frac{2b}{5} - h$ das Stroma von b feuchten Blutkörperchen, $T - \frac{2b}{5}$ die Trockensubstanz, welche in p grm. Plasma enthalten ist.

Gesetzt wir hätten die Werthe ε , s und T für zwei Blutproben bestimmt und die übrigen in Betracht kommenden drei Werthe berechnet, wir hätten dann für Blutsorte Nr. I die Zusammensetzung:

$$100 \text{ Blut Nr. I} \quad \left| \begin{array}{c|c|c} b_1 & \frac{h_1}{2 b_1} - h_1 & \frac{2 b_1}{5} \\ \hline p_1 & . & . \end{array} \right| \begin{array}{c} T_1 - \frac{2 b_1}{5} \\ . \\ . \end{array} \quad T_1$$

und für Blut Nr. II:

$$100 \text{ Blut Nr. II} \quad \left| \begin{array}{c|c|c} b_{11} & \frac{h_{11}}{2 b_{11}} - h_{11} & \frac{2 b_{11}}{5} \\ \hline p_{11} & . & . \end{array} \right| \begin{array}{c} T_{11} - \frac{2 b_{11}}{5} \\ . \\ . \end{array} \quad T_{11}$$

erhalten. Denken wir uns ferner die Blutmischung Nr. II aus der Blutmischung Nr. I entstanden und es sei $\varepsilon_{11} < \varepsilon_{11}$.

Es kann sich hierbei um zwei verschiedene Vorgänge handeln, deren Combination ebenfalls nicht ausgeschlossen ist.

Es ist entweder aus je 100 gr. Blut Nr. I eine gewisse Menge hämoglobinfreier Flüssigkeit (Lymphe) von bestimmtem proc. Gehalt an Trockensubstanz ausgeschieden, oder es handelt sich um Zufuhr einer zu berechnenden Gewichtsmenge Blutkörperchen zu je 100 grm. Blut Nr. I; ferner ist zu bemerken, dass auch das Plasma Nr. I eine Veränderung in seiner Concentration (Eiweissgehalt) erfahren haben kann, da t_1 nicht gleich t_{11} zu sein braucht.

Ist $t_{11} < t_1$, so muss das Plasma Nr. I eine Einbusse an Trockensubstanz erlitten haben, deren Grösse sich berechnen lässt. Würde dagegen $t_{11} > t_1$ sein, so würde der von uns zu berechnende Verlust an Trockensubstanz

ein negatives Vorzeichen erhalten, somit thatsächlich einen Zuwachs des Plasma Nr. I an Trockensubstanz nothwendig machen.

Betrachten wir zunächst die erste, von uns oben erwähnte, Möglichkeit und berechnen wir ganz allgemein 1) die supponirte ausgeschiedene hämoglobinfreie Flüssigkeitsmenge (F) und 2) ihre Concentration (c).

Bezeichnen wir mit x diejenige Menge Blutes Nr. II, welche, in Bezug auf Hämoglobingehalt, äquivalent 100 grm. Blut Nr. I ist.

$$\text{Dann ist } x = \frac{h_1 \cdot 100}{h_{11}} \text{ und}$$

$$100 - \frac{h_1 \cdot 100}{h_{11}} = F \quad (5)$$

ist das aus je 100 grm. Blut Nr. I ausgeschiedene Quantum hämoglobinfreier Flüssigkeit.

Um die Concentration dieser Flüssigkeit zu erhalten, stellen wir folgende Betrachtung an: 100 grm. Blut Nr. I enthalten p_1 grm. Plasma von t_1 % Trockenrückstand. Es ergeben dann p_1 grm. Plasma Nr. I $\frac{t_1 p_1}{100}$ grm. Trockensubstanz. - Ziehen wir von p_1 grm. Plasma Nr. I die Gewichtsmenge F ab und bezeichnen wir den procentischen Trockenrückstand dieser Flüssigkeit mit c, dann ergeben

$$p_1 - F \text{ Plasma } \frac{p_1 t_1}{100} - \frac{c \cdot F}{100} \text{ grm. Trockensubstanz:}$$

100 grm. Plasma Nr. II würden dann

$$\left(\frac{p_1 t_1}{100} - \frac{c \cdot F}{100} \right) \frac{100}{p_1 - F} = t_{11} \text{ Trockenrückstand ergeben.}$$

Hieraus folgt $c = \frac{p_1 t_1 - t_{11} (p_1 - F)}{F}$, da $b_1 + p_1 = 100$ ist

$$c = \frac{(100 - b_1) (t_1 - t_{11})}{F} + t_{11} \quad (6)$$

Wenden wir uns jetzt zu der zweiten erwähnten Möglichkeit und berechnen wir 1) das Gewicht der Blutkörperchen (B), welche zu je 100 grm. Blut Nr. I hinzukommen müssen, damit Blutmischung Nr. II resultire und 2) eine etwaige stattgefundene Zehrung der Trockensubstanz des Plasma Nr. 1, welche wir mit (D) bezeichnen wollen.

Im Blute Nr. I haben wir auf p_1 Plasma b_1 Blutkörperchen oder auf 100 Plasma $\frac{b_1}{p_1} \cdot 100$ grm. Blutkörperchen, andererseits haben wir im Blute Nr. II auf p_{11} Plasma b_{11} Blutkörperchen, somit auf 100 Plasma Nr. II $\frac{b_{11} \cdot 100}{p_{11}}$ grm. Blutkörperchen. Damit aus Blutmischung Nr. I Blutmischung Nr. II resultire, müssen auf

$$100 + \frac{b_1 \cdot 100}{p_1} \text{ grm. Blut Nr. I } \frac{b_{11} \cdot 100}{p_{11}} - \frac{b_1 \cdot 100}{p_1} \text{ grm.}$$

Blutkörperchen hinzukommen;

oder auf 100 grm. Blut Nr. I

$$\left(\frac{b_{11} \cdot 100}{p_{11}} - \frac{b_1 \cdot 100}{p_1} \right) \frac{100}{100 + \frac{b_1 \cdot 100}{p_1}} = B \text{ Blutkörperchen.}$$

$$\text{Vereinfacht } \left(\frac{b_{11}}{p_{11}} - \frac{b_1}{p_1} \right) \frac{100 p_1}{b_1 + p_1} = B.$$

Da nun $b_1 + p_1 = b_{11} + p_{11} = 100$ ist, erhalten wir

$$B = \left(\frac{b_{11}}{100 - b_{11}} - \frac{b_1}{100 - b_1} \right) (100 - b_1) \quad (7).$$

Berechnen wir schliesslich die Grösse D, d. h. diejenige Gewichtsmenge Trockensubstanz, welche 100 grm Blut Nr. I eingeblüsst haben könnte. Das Plasma Nr. I enthält auf 100 Wasser $\frac{t_1 \cdot 100}{100 - t_1}$ grm Trockensubstanz,

das Plasma Nr. II $\frac{t_{11} \cdot 100}{100 - t_{11}}$. Damit aus Plasma Nr. I.

Plasma Nr. II entstehe, muss der Menge $100 + \frac{t_1 \cdot 100}{100 - t_1}$ grm

Plasma Nr. I $\frac{t_1 \cdot 100}{100 - t_1} - \frac{t_{11} \cdot 100}{100 - t_{11}}$ grm Trockensubstanz entnommen werden.

Oder p_1 grm Plasma Nr. I wird entnommen $\left(\frac{t_1 \cdot 100}{100 - t_1} - \frac{t_{11} \cdot 100}{100 - t_{11}} \right) \frac{p_1}{100 + \frac{t_1 \cdot 100}{100 - t_1}}$ grm Trockensubstanz.

Da $p_1 = 100 - b_1$ ist, erhalten wir die gesuchte Grösse D = $\left(\frac{t_1}{100 - t_1} - \frac{t_{11}}{100 - t_{11}} \right) \frac{100 - t_1}{100} \cdot (100 - b_1) \quad (8)$

Um die von mir geplante Berechnung auszuführen, musste dass spec. Gewicht für jede Blutsorte entweder aus den direct bestimmten Trockenrückständen des Gesamtblutes T und des Plasma's (Serum) t berechnet, oder selbst direct bestimmt werden. Wie man aus den Formeln ersieht, musste schon ein kleiner Fehler in der Trockensub-

stanz-Bestimmung des Serums und des Gesamtblutes das spec. Gewicht der Blutprobe sehr merklich beeinflussen; ausserdem hätte die directe Bestimmung des Trockenrückstandes des Serums mehr Blut gefordert, als ich füglich zur Disposition hatte.

Ich zog es daher vor, das spec. Gewicht des Blutes jedesmal direct zu bestimmen.

Da ich mit dem Blute sehr sparsam umgehen musste, war ich gezwungen, ein sehr kleines Pyknometer in Gebrauch zu ziehen.¹⁾

Die Reinigung, Trocknung und Füllung desselben wurde mit peinlichster Sorgfalt ausgeführt. Dem Versuchsthiere wurde jeweilig in einen, vorher gewogenen, Platintiegel eine nicht bedeutende Menge von c. 7—10 ccm Blut abgenommen.

Unmittelbar darauf gleichzeitig das trockene Fläschchen gefüllt und die zur photometrischen Bestimmung nothwendige Verdünnung hergestellt. Während die äusserliche Reinigung des Fläschchens mit destillirtem Wasser und Trocknung mit Fliesspapier ausgeführt wurde, erfolgte die Wägung des, um jede Wasserverdunstung zu hintertreiben, sorgfältig bedeckten Platintiegels mit dem in ihm enthaltenen Blutrest.

Unmittelbar nach vollzogener Wägung wurde der

1) Das Pyknometer, ein kleines Fläschchen mit einem conischen Glasstöpsel, wog leer 4,8218 grm; das Gewicht des Wassers, welches das Fläschchen anfüllte, betrug 3,2652 grm. Ich überzeugte mich durch mehrere aufeinanderfolgende Füllungen mit Wasser und Wägungen, dass man auch mit einem so kleinen Fläschchen sehr befriedigende Resultate erzielen kann.

Eine c. 3% Kochsalzlösung ergab ein spec. Gewicht von 1,0152, vermittelt eines grossen, 30 grm fassenden, Pyknometer's bestimmt, und bei Benutzung des kleinen Fläschchens ein solches von 1,0147.

Platintiegel offen aufs Dampfbad gesetzt. Dann wurde die Wägung des mit Blut gefüllten Fläschchens vorgenommen.

Das Blut verblieb so lange auf dem Dampfbade, bis die Kruste Sprünge zeigte — (5—6 Stunden) — und kam dann, wiederum verdeckt, in den Trockenofen. Schliesslich wurde das Blut im Luftbade bei 110 ° C vollends getrocknet. Die Eindickung und Trocknung des Blutes nahm ca. 4×24 Stunden in Anspruch. Die dem Luftbade entnommenen Tiegel wurden über Schwefelsäure abgekühlt und gewogen. Die gebrauchten Tiegel wurden mit verdünnter Kalilauge gekocht, gereinigt und getrocknet, und kurz vor dem Gebrauche neuerdings gewogen ¹⁾.

Wurden mehr als sechs Blutproben bestimmt, so kamen, wegen Mangels an Platintiegeln, Porcellantiegel in Gebrauch.

Wenden wir uns jetzt zu den Versuchen selbst; es ist dabei zu bemerken, dass die spec. Gewichte der Blutproben in dem nächstfolgenden ersten Versuch dieser Reihe nicht direct bestimmt worden sind, sondern, auf Grund der folgenden Versuche, interpolirt werden mussten.

Versuch X.

Schafbock.

Um 10^h 10' Injection von 30 ccm Jauche²⁾. Das Thier ist gleich darauf sehr krank.

Um 12 Uhr stellen sich Durchfälle ein, die bis zum Abend andauern und immer wässriger werden. Harn sehr spärlich.

1) Herr Professor Alexander Schmidt hatte die Güte, sämtliche Wägungen persönlich auszuführen.

2) Die gefaltete Pericardiumflüssigkeit und das Rinderblutserum wurden zusammengegossen und hinfort ausschliesslich als Injectionsflüssigkeit verwendet.

Tabelle X.

Datum.	Zeit	Nr.	Temperatur.	E.	%	S.	T.
		der Blutabnahme.					
I. 7.	9 ^h 0'	—	38,9	—	—	—	—
" "	9 ^h 30'	I	38,8	485	102,8	—	—
" "	10 ^h 0'	—	39,0	—	—	—	—
" "	10 ^h 30'	—	39,2	—	—	—	—
" "	11 ^h 0'	II	39,2	472	100,0	1,0470	16,14
" "	11 ^h 10'	Inject. v. 30 Ccm. Jauche in die Vene.					
" "	11 ^h 20'	—	39,3	—	—	—	—
" "	11 ^h 30'	III	39,4	585	123,8	1,0520	18,06
" "	12 ^h 0'	—	39,5	—	—	—	—
" "	12 ^h 15'	—	39,5	—	—	—	—
" "	12 ^h 30'	IV	39,2	480	101,6	1,0475	16,42
" "	12 ^h 45'	—	39,0	—	—	—	—
" "	1 ^h 0'	—	38,7	—	—	—	—
" "	1 ^h 15'	—	38,6	—	—	—	—
" "	1 ^h 30'	V	38,5	463	98,11	1,0465	16,43
" "	1 ^h 45'	—	38,5	—	—	—	—
" "	2 ^h 15'	—	38,4	—	—	—	—
" "	2 ^h 30'	VI	38,2	495	104,7	1,0480	16,96
" "	3 ^h 0'	—	37,8	—	—	—	—
" "	3 ^h 15'	—	37,4	—	—	—	—
" "	3 ^h 30'	VII	37,2	456	96,5	1,0460	16,80
" "	3 ^h 45'	—	37,0	—	—	—	—
" "	4 ^h 0'	—	37,0	—	—	—	—
" "	4 ^h 15'	—	36,9	—	—	—	—
" "	4 ^h 30'	—	36,7	—	—	—	—
" "	4 ^h 45'	—	36,5	—	—	—	—
" "	5 ^h 0'	—	36,5	—	—	—	—
" "	5 ^h 15'	VIII	36,6	536	113,5	1,0490	17,33
" "	5 ^h 30'	—	36,4	—	—	—	—
" "	5 ^h 45'	—	36,4	—	—	—	—
" "	6 ^h 0'	IX	36,2	602	127,5	1,0520	17,28
" "	6 ^h 30'	—	36,2	—	—	—	—
" "	6 ^h 45'	X	36,2	496	105,0	1,0480	17,15
" "	7 ^h 0'	—	36,0	—	—	—	—
" "	7 ^h 30'	—	36,3	—	—	—	—

Tod in der ersten Nacht nach der Injection.

Section: Der Befund derselbe, wie er in Versuch IX angegeben.

Setzen wir in die oben aufgestellten Gleichungen die für die Blutprobe I (II) direct bestimmten Zahlenwerthe ein ($\varepsilon = 0,472$, $s = 1,0470$, $T = 16,14$) und führen wir die Rechnung aus, so erhalten wir für Blut Nr. I $h_1 = 8,21$, $b_1 = 29,33$, $t_1 = 6,24$ oder wenn wir die direct bestimmten und berechneten Daten übersichtlicher gruppiren:

$$\text{Nr. I 100 Blut} \left| \begin{array}{c|c|c} 29,33 & 8,21 & 11,73 \\ \hline & 3,52 & \\ \hline 70,67 & \dots\dots & 4,41 \end{array} \right| 16,14$$

Für Blut Nr. II ist $\varepsilon = 0,585$, $s = 1,0520$, $T = 18,06$. Dann ist $h_{11} = 10,15$, $b_{11} = 36,18$, $t_{11} = 5,62$

$$\text{oder Nr. II 100 Blut} \left| \begin{array}{c|c|c} 36,18 & 10,15 & 14,47 \\ \hline & 4,32 & \\ \hline 63,82 & \dots\dots & 3,59 \end{array} \right| 18,06$$

$F = 18,93$, $c = 7,94$. Das heisst, das Blut Nr. I muss auf je 100 grm 18,94 grm Lymphe von 7,94 % Trockenrückstand verloren haben, oder, wenn wir annehmen, dass reines Wasser ausgeschieden wurde und der entsprechende Trockenrückstand etwa verbrannt worden ist, dann haben 100 grm Blut Nr. I neben 18,93 grm Wasser noch $d = 1,50$ grm Eiweiss eingebüsst.

Die Grösse d berechnet man nach der Formel $d = \frac{c \cdot F}{100}$

$$B = 10,73 \quad D = 0,46$$

D. h. Auf je 100 grm Blut Nr. I müssen 10,73 grm Blutkörperchen hinzugekommen sein, daneben müssen aber je 100 grm Blut Nr. I 0,46 grm Trockensubstanz eingebüsst haben, es hat eine Zehrung im Blute stattgefunden.

Für Blut Nr. III ist $\varepsilon = 0,480$, $s = 1,0475$, $T = 16,42$, $h_{111} = 8,35$, $b_{111} = 29,82$, $t_{111} = 6,40$.

Nr. III 100 Blut	29,82	8,35	11,93	16,42
		3,58		
	70,18		4,49	

$$F = - 21,35 \quad c = 8,73 \quad d = - 1,86$$

Das heisst: je 100 Blut Nr. II haben 21,35 grm Lymphe von 8,73% Trockenrückstand aufgenommen; oder, wenn wir annehmen, dass reines Wasser hinzugekommen ist, dann muss das in 100 grm Blut Nr. II enthaltene Plasma um 1,86 grm Trockensubstanz reicher geworden sein.

$$B = - 9,06 \quad D = - 0,53$$

D. h. auf 100 grm Blut Nr. II sind 9,06 grm Blutkörperchen geschwunden und das Blut hat 0,53 grm Trockensubstanz aufgenommen. (Zerfallsprodukte der rothen Blutkörperchen.)

IV.

$$\varepsilon = 0,463 \quad s = 1,0465 \quad T = 16,43; \quad h = 8,06 \\ b = 28,79 \quad t = 6,84.$$

Nr. IV 100 Blut	28,79	8,06	11,56	16,43
		3,50		
	71,21		4,87	

$$F = - 3,57 \quad c = 15,49 \quad d = - 0,55; \quad B = - 1,44 \\ D = - 0,34.$$

V.

$$s = 0,495 \quad s = 1,0480 \quad T = 16,96; \quad h = 8,61 \\ b = 30,73 \quad t = 6,74$$

Nr. V 100 Blut	30,73	8,61	12,29	16,96
		3,68		
	69,27		4,67	

$$F = 6,33 \quad c = 7,87 \quad d = 0,50; \quad B = 2,81 \quad D = 0,08.$$

VI.

$$\varepsilon = 0,456 \quad s = 1,0460 \quad T = 16,80; \quad h = 7,94$$

$$b = 28,37 \quad t = 7,61$$

Nr. VI 100 Blut		28,37		7,94		11,35		16,80
				3,41				
		71,63		5,46				

$$F = - 8,36 \quad c = 14,82 \quad d = - 1,24; \quad B = - 3,30$$

$$D = - 0,65.$$

VII.

$$\varepsilon = 0,536 \quad s = 1,0490 \quad T = 17,33; \quad h = 9,31$$

$$b = 33,25 \quad t = 6,04$$

Nr. VII 100 Blut		33,25		9,31		13,30		17,33
				3,99				
		66,75		4,03				

$$F = 14,68 \quad c = 13,61 \quad d = 2,02; \quad B = 6,50 \quad D = 1,19.$$

VIII.

$$\varepsilon = 0,602 \quad s = 1,0520 \quad T = 17,28; \quad h = 10,43$$

$$b = 37,24 \quad t = 4,18$$

Nr. VIII 100 Blut		37,24		10,43		14,89		17,28
				4,46				
		62,76		2,39				

$$F = 10,71 \quad c = 15,77 \quad d = 1,66; \quad B = 7,10 \quad D = 1,32$$

IX.

$$\varepsilon = 0,496 \quad s = 1,0480 \quad T = 17,15; \quad h = 8,62$$

$$b = 30,79 \quad t = 6,98$$

Nr. IX 100 Blut		30,79		8,62		12,32		17,15
				3,70				
		69,21		4,83				

$$F = - 20,91 \quad c = 16,57 \quad d = - 3,46; \quad B = - 9,32$$

$$D = - 1,89.$$

Versuch XI.

Schafbock.

Körpergewicht 18600 grm. Um 10^h 10' Injection von 20 Ccm Jauche. Während der ersten Stunde nach der Injection keine Erscheinungen.

Von 11 Uhr ab häufige Durchfälle.

Von 12 Uhr ab starke Dyspnoe, um 1 Uhr quillt blutig tingirter Schaum aus den Nasenlöchern. Der Tod erfolgt um 1 Uhr 20'.

Die Section wird unmittelbar nach constatirtem Tode des Versuchsthieries ausgeführt.

Tabelle XI.

Datum.	Zeit der Blutabnahme	Nr.	Tempe- ratur.	E.	‰	S.	T.
I. 24.	8 ^h 45'	—	39,8	—	—	—	—
" "	9 ^h 30'	—	39,8	—	—	—	—
" "	10 ^h 0'	I	39,7	491	100,0	1,0460	15,98
" "	10 ^h 10'	Inject. von	20 Ccm. Jauche in die Vene				
" "	10 ^h 15'	—	39,9	—	—	—	—
" "	10 ^h 25'	—	40,1	—	—	—	—
" "	10 ^h 35'	II	40,5	613	124,8	1,0520	18,54
" "	10 ^h 45'	—	40,5	—	—	—	—
" "	11 ^h 0'	—	40,7	—	—	—	—
" "	11 ^h 15'	—	40,9	—	—	—	—
" "	11 ^h 30'	III	40,7	559	113,9	1,0500	17,88
" "	12 ^h 0'	—	40,6	—	—	—	—
" "	12 ^h 15'	—	40,5	—	—	—	—
" "	12 ^h 30'	—	40,7	—	—	—	—
" "	1 ^h 0'	—	40,7	—	—	—	—
" "	1 ^h 15'	—	40,5	—	—	—	—
" "	1 ^h 20'	Es tritt der Tod ein, 3 St. nach der Injection.					

Section: Die zur Blutabnahme hergerichtete Vena Jugularis externa sowohl oberhalb der Canüle als auch herzwärts mit flüssigem Blute gefüllt. Das rechte Herz mit flüssigem Blute gefüllt; das linke, nahezu leer, enthält

neben flüssigem Blute ein kleines weiches dunkles Gerinsel. In der Art. Pulm. keine Gerinsel vorhanden. In den Lungen mehrere (5 bis haselnussgrosse) an der Peripherie gelegene, rundliche, ziemlich scharf umschriebene Herde von derber Consistenz und schwarzoether Farbe. Darm und Harnblase vollkommen leer.

I.

$$\varepsilon = 0,491 \quad s = 1,0460 \quad T = 15,98; \quad h = 8,55 \\ b = 30,55 \quad t = 5,41$$

$$\text{Nr. I 100 Blut} \left| \begin{array}{c|c} 30,55 & 8,55 \\ 69,45 & 3,67 \end{array} \right| \begin{array}{c} 12,22 \\ 3,76 \end{array} \left| \begin{array}{c} 15,98 \end{array} \right.$$

II.

$$s = 0,613 \quad s = 1,0520 \quad T = 18,54; \quad h = 10,59 \\ b = 37,82 \quad t = 5,48$$

$$\text{Nr. II 100 Blut} \left| \begin{array}{c|c} 37,82 & 10,59 \\ 62,18 & 4,54 \end{array} \right| \begin{array}{c} 15,13 \\ 3,41 \end{array} \left| \begin{array}{c} 18,54 \end{array} \right.$$

$$F = 19,24 \quad c = 5,23 \quad d = 1,00; \quad B = 11,74 \quad D = - 0,06$$

III.

$$\varepsilon = 0,559 \quad s = 1,0500 \quad T = 17,88; \quad h = 9,70 \\ b = 34,64 \quad t = 6,15$$

$$\text{Nr. III 100 Blut} \left| \begin{array}{c|c} 34,64 & 9,70 \\ 65,36 & 4,16 \end{array} \right| \begin{array}{c} 13,86 \\ 4,02 \end{array} \left| \begin{array}{c} 17,88 \end{array} \right.$$

$$F = - 9,18 \quad c = 10,59 \quad d = - 0,97; \quad B = - 4,91 \\ D = - 0,45.$$

Versuch XII.

Hammel Körpergewicht 19500 grm.

Um 10 Uhr 25' Injection von 10 Ccm. Jauche.

Von 11 Uhr ab häufige flüssige Dejectionen. Der Tod erfolgt um 6^h 15'.

Section: Ueberall flüssiges Blut, zahlreiche Ecchy-mosen am Herzen und an beiden Lungen.

Darm und Harnblase vollkommen leer.

Tabelle XII.

Datum,	Zeit der Blutabnahme	Nr.	Tempe- ratur.	E.	‰	S.	T.
I. 28.	9 ^h 30'	—	39,2	—	—	—	—
" "	10 ^h 0'	—	39,3	—	—	—	—
" "	10 ^h 15'	I	39,3	532	100,0	1,0489	17,37
" "	10 ^h 25'	Inject. von	10 Ccm.	Jauche in die Vene			
" "	10 ^h 30'	—	39,9	—	—	—	—
" "	10 ^h 45'	—	40,2	—	—	—	—
" "	10 ^h 50'	II	40,3	633	119,0	1,0510	18,35
" "	11 ^h 15'	—	40,2	—	—	—	—
" "	11 ^h 30'	—	40,0	—	—	—	—
" "	11 ^h 45'	—	40,0	—	—	—	—
" "	12 ^h 0'	—	39,9	—	—	—	—
" "	12 ^h 15'	III	39,9	470	88,4	1,0465	16,38
" "	12 ^h 30'	—	39,8	—	—	—	—
" "	12 ^h 45'	—	39,8	—	—	—	—
" "	1 ^h 0'	—	39,8	—	—	—	—
" "	1 ^h 30'	IV	39,7	547	102,8	1,0492	16,78
" "	2 ^h 0'	—	39,8	—	—	—	—
" "	2 ^h 15'	—	39,7	—	—	—	—
" "	2 ^h 30'	—	39,7	—	—	—	—
" "	3 ^h 0'	—	39,6	—	—	—	—
" "	3 ^h 30'	—	39,3	—	—	—	—
" "	4 ^h 0'	—	39,9	—	—	—	—
" "	4 ^h 30'	V	39,0	559	105,1	1,0493	17,02
" "	5 ^h 0'	—	39,0	—	—	—	—
" "	5 ^h 30'	—	38,9	—	—	—	—
" "	6 ^h 0'	—	38,8	—	—	—	—
" "	6 ^h 15'	Tod.					

I.

$$\varepsilon = 0,532 \quad s = 1,0489 \quad T = 17,37; \quad h = 9,24$$

$$b = 33,00 \quad t = 6,22$$

Nr. I 100 Blut	33,00	9,24	13,20	17,37
		3,96		
	67,00		4,17	

II.

$$\varepsilon = 0,633 \quad s = 1,0510 \quad T = 18,35; \quad h = 10,97$$

$$b = 39,19 \quad t = 4,42$$

Nr. II 100 Blut	39,19	10,97	15,66	18,35
		4,69		
	60,81		2,69	

$$F = 15,78 \quad c = 12,06 \quad d = 1,90; \quad B = 10,18$$

$$D = 1,26$$

III.

$$\varepsilon = 0,470 \quad s = 1,0465 \quad T = 16,38; \quad h = 8,18$$

$$b = 28,92 \quad t = 6,76$$

Nr. III 100 Blut	28,92	8,18	11,57	16,38
		3,39		
	71,08		4,81	

$$F = -34,09 \quad c = 10,93 \quad d = -3,73; \quad B = -14,31$$

$$D = -1,53.$$

IV.

$$\varepsilon = 0,547 \quad s = 1,0492 \quad T = 16,78; \quad h = 9,50$$

$$b = 33,92 \quad t = 4,55$$

Nr. IV 100 Blut	33,92	9,50	13,57	16,78
		4,07		
	66,08		3,21	

$$F = 13,86 \quad c = 11,33 \quad d = 1,57; \quad B = 7,53 \quad D = 1,64$$

V.

$$\varepsilon = 0,559 \quad s = 1,0493 \quad T = 17,02; \quad h = 9,71$$

$$b = 34,66 \quad t = 4,83$$

Nr. V 100 Blut	34,66	9,71	13,86	17,02
		4,15		
	65,34		3,16	

$$F = 2,14 \quad c = -3,82 \quad d = -0,08; \quad B = 1,12$$

$$D = -0,19.$$

Versuch XIII.

Schafbock. Körpergewicht 23700 grm.

Um 9^h 55' Injection von 10 Ccm Jauche. Das Blut zeigt bis 12^h 30' grosse Gerinnungstendenz, später geringe. — Von 11^h 15' ab Durchfälle, die gegen Abend seltener werden.

Am zweiten Versuchstage ist das Thier schwer krank. Dyspnoe. Koth spärlich aber geballt.

Tod in der zweiten Nacht nach der Injection.

Die Section wurde nicht gemacht.

Tabelle XIII.

Datum.	Zeit der Blutabnahme	Nr.	Tempe- ratur	E.	‰	S.	T.
II. 4.	9 ^h 30'	—	39,7	—	—	—	—
" "	9 ^h 45'	I	39,8	544	100,0	1,0495	16,97
" "	9 ^h 55'	Inject. von	39,8	10 Ccm. Jauche	—	—	—
" "	10 ^h 0'	—	39,8	—	—	—	—
" "	10 ^h 15'	—	40,0	—	—	—	—
" "	10 ^h 30'	II	40,1	556	102,3	1,0500	17,31
" "	10 ^h 45'	—	40,1	—	—	—	—
" "	11 ^h 0'	—	39,8	—	—	—	—
" "	11 ^h 15'	—	39,8	—	—	—	—
" "	11 ^h 30'	—	39,5	—	—	—	—
" "	11 ^h 45'	—	39,2	—	—	—	—
" "	12 ^h 0'	—	39,3	—	—	—	—
" "	12 ^h 15'	—	39,2	—	—	—	—
" "	12 ^h 30'	III	39,2	548	100,8	1,0491	16,79
" "	12 ^h 45'	—	40,1	—	—	—	—
" "	1 ^h 0'	—	40,1	—	—	—	—
" "	1 ^h 15'	—	40,1	—	—	—	—
" "	1 ^h 30'	IV	40,1	569	104,6	1,0497	17,09
" "	1 ^h 45'	—	40,2	—	—	—	—
" "	2 ^h 30'	—	40,1	—	—	—	—
" "	3 ^h 0'	—	40,2	—	—	—	—
" "	3 ^h 15'	—	40,3	—	—	—	—
" "	3 ^h 30'	—	40,3	—	—	—	—
" "	3 ^h 45'	V	40,4	652	119,9	1,0511	17,47
" "	4 ^h 0'	—	40,4	—	—	—	—

Datum.	Zeit der Blutabnahme.	Nr.	Tempe- ratur.	E.	%	S.	T.
II. 4.	4 ^h 30'	—	40,7	—	—	—	—
" "	4 ^h 45'	—	40,8	—	—	—	—
" "	5 ^h 0'	VI	40,7	668	122,8	1,0513	17,72
" "	5 ^h 30'	—	40,8	—	—	—	—
" "	6 ^h 0'	—	40,7	—	—	—	—
" "	6 ^h 30'	—	40,9	—	—	—	—
" "	7 ^h 0'	VII	40,7	533	98,1	1,0494	16,84
" "	7 ^h 30'	—	40,7	—	—	—	—
" 5.	10 ^h 0'	—	38,8	—	—	—	—
" "	10 ^h 30'	VIII	38,7	467	85,9	1,0440	15,20
" "	11 ^h 0'	—	38,8	—	—	—	—
" "	12 ^h 0'	—	38,9	—	—	—	—
" "	1 ^h 0'	—	38,6	—	—	—	—
" "	3 ^h 0'	—	39,0	—	—	—	—
" "	4 ^h 0'	—	38,7	—	—	—	—
" "	4 ^h 30'	IX	38,5	403	74,2	1,0408	13,86

Tod in der zweiten Nacht nach der Injection.

I.

$$\varepsilon = 0,544 \quad s = 1,0495 \quad T = 16,97; \quad h = 9,44$$

$$b = 33,73 \quad t = 5,25$$

Nr. I 100 Blut	33,73	9,44	13,49	16,97
	66,27	4,05		
			3,48	

II.

$$\varepsilon = 0,556 \quad s = 1,0500 \quad T = 17,31; \quad h = 9,55$$

$$b = 34,11 \quad t = 5,57$$

Nr. II 100 Blut	34,11	9,55	13,64	17,31
	65,89	4,09		
			3,67	

$$F = 1,13 \quad c = -14,04 \quad d = -0,16; \quad B = 0,53$$

$$D = -0,22$$

III.

$$\varepsilon = 0,548 \quad s = 1,0491 \quad T = 16,79; \quad h = 9,52$$

$$b = 33,99 \quad t = 4,85$$

Nr. I:I 100 Blut	33,99	9,52	13,59	16,97
	66,01	4,07	3,20	

$$F = - 0,37 \quad c = - 123,37 \quad d = + 0,46;$$

$$B = - 0,07 \quad D = 0,50$$

IV.

$$\varepsilon = 0,569 \quad s = 1,0497 \quad T = 17,09; \quad h = 9,88$$

$$b = 35,27 \quad t = 4,60$$

Nr. IV 100 Blut	35,27	9,88	14,11	17,09
	64,73	4,23	2,98	

$$F = 3,64 \quad c = 9,48 \quad d = 0,34; \quad B = 1,98 \quad D = 1,69$$

V.

$$\varepsilon = 0,652 \quad s = 1,0511 \quad T = 17,47; \quad h = 11,30$$

$$b = 40,36 \quad t = 2,25$$

Nr. V 100 Blut	40,36	11,30	16,14	17,47
	59,64	4,84	1,33	

$$F = 12,62 \quad c = 14,30 \quad d = 1,80; \quad B = 8,48 \quad D = 0,94$$

VI.

$$\varepsilon = 0,668 \quad s = 1,0513 \quad T = 17,72; \quad h = 11,56$$

$$b = 41,30 \quad t = 2,21$$

Nr. VI 100 Blut	41,30	11,56	16,52	17,72
	58,70	4,96	1,30	

$$F = 2,28 \quad c = 3,04 \quad d = 0,04; \quad B = 1,46 \quad D = 0,02$$

VII.

$$s = 0,533 \quad s = 1,0494 \quad T = 16,48; \quad h = 9,25$$

$$b = 33,05 \quad t = 4,86$$

$$\text{Nr. VII 100 Blut} \left| \begin{array}{c|c|c} 33,05 & 9,25 & 13,22 \\ \hline & 3,97 & \\ \hline 66,95 & & 3,26 \end{array} \right| 16,48$$

$$F = - 24,97 \quad c = 11,09 \quad d = - 2,77; \quad B = - 12,33$$

$$D = - 1,72$$

VIII.

$$s = 0,467 \quad s = 1,0440 \quad T = 15,20 \quad h = 8,15$$

$$b = 29,11 \quad t = 5,03$$

$$\text{Nr. VIII 100 Blut} \left| \begin{array}{c|c|c} 29,11 & 8,15 & 11,64 \\ \hline & 3,49 & \\ \hline 70,89 & & 3,56 \end{array} \right| 15,20$$

$$F = - 13,54 \quad c = 5,85 \quad d = - 0,79; \quad B = - 5,49$$

$$D = - 0,12$$

IX.

$$s = 0,403 \quad s = 1,0408 \quad T = 13,86 \quad h = 7,05$$

$$b = 25,18 \quad t = 5,07$$

$$\text{Nr. IX 100 Blut} \left| \begin{array}{c|c|c} 25,18 & 7,05 & 10,07 \\ \hline & 3,02 & \\ \hline 74,82 & & 3,79 \end{array} \right| 13,86$$

$$F = - 12,72 \quad c = 5,29 \quad d = - 0,67$$

$$B = - 4,89 \quad D = - 0,03.$$

Versuch XIV.

Hund.

Körpergewicht 13300 gramm. Um 10 Uhr Injection von
15 Ccm Jauche. — Von 11 Uhr ab häufiges Erbrechen.

Faeces dünnflüssig. Das Thier bekam um 5 Uhr Nachmittags, ausnahmsweise, Wasser zu saufen.

Es konnte aber nichts resorbirt werden, weil das gekochte Wasser alsbald wieder erbrochen wurde.

Der Tod erfolgte um 9 Uhr Morgens des zweiten Tages, in meiner Abwesenheit. — Um 10 Uhr 10' wurde aus dem Herzen flüssiges Blut entnommen, welches im Porcellantiegel sehr schnell gerauch, also seine Vitalität noch bewahrt hatte.

Section: Ecchymosen an Herz und Lungen.

Darm und Harnblase leer.

Tabelle XIV.

Datum.	Zeit der Blutabnahme.	Nr	Temperatur.	E	%	S.	T.
II. 9.	9 ^h 30'	—	38,6	—	—	—	—
" "	9 ^h 45'	I	—	678	100,0	1,0614	21,29
" "	10 ^h 0'	Inject.	von 15	Cem.	Jauche in die Vene.		
" "	10 ^h 5'	—	39,3	—	—	—	—
" "	10 ^h 15'	—	38,8	—	—	—	—
" "	10 ^h 30'	II	38,8	666	98,2	1,0600	21,30
" "	11 ^h 0'	—	38,9	—	—	—	—
" "	11 ^h 30'	—	38,9	—	—	—	—
" "	12 ^h 0'	III	38,7	618	91,2	1,0586	20,81
" "	1 ^h 0'	—	39,4	—	—	—	—
" "	2 ^h 0'	—	39,6	—	—	—	—
" "	3 ^h 0'	IV	40,5	656	96,7	1,0589	20,77
" "	4 ^h 0'	—	40,4	—	—	—	—
" "	5 ^h 0'	V	40,0	644	95,0	1,0560	20,07
" "	6 ^h 0'	—	40,1	—	—	—	—
" "	7 ^h 0'	—	39,8	—	—	—	—
" "	7 ^h 30'	VI	39,9	652	96,2	1,0556	19,56
" 10.	9 ^h 0'	Tod.	—	—	—	—	—
" "	10 ^h 10'	VII	—	541	79,8	1,0538	19,23

Nach Hohlbeck (l. c.) enthalten 100 grm feuchter Blutkörperchen vom Hunde 43 grm Trockensubstanz. Hoppe-Seyler¹⁾ giebt an, dass auf 1000 grm organischer Stoffe in den Blutkörperchen vom Hunde sich 865,0 grm Hämoglobin finden. Da nun Hohlbeck auf 1000 grm Blutkörperchen 424,21 grm organischer Stoffe rechnet, so werden 100 grm Blutkörperchen vom Hunde 36,7 grm Hämoglobin entsprechen. Mit Berücksichtigung dieser neuen Constanten werden für Hunde-Blut die Formeln

$$b = \frac{h \cdot 100}{36,7} \text{ und } t = \left(\frac{T - 43b}{100} \right) \frac{100}{100-b} \text{ gelten.}$$

I.

$$\varepsilon = 0,678 \quad s = 1,0614 \quad T = 21,29; \quad h = 11,64$$

$$b = 31,71 \quad t = 11,20$$

Nr. I 100 Blut	$\left \begin{array}{c} 31,71 \\ 68,29 \end{array} \right $	$\left \begin{array}{c} 11,64 \\ 2,00 \end{array} \right $	$\left \begin{array}{c} 13,64 \\ 7,65 \end{array} \right $	$\left \begin{array}{c} 21,29 \end{array} \right $

II.

$$\varepsilon = 0,666 \quad s = 1,0600 \quad T = 21,30; \quad h = 11,45$$

$$b = 31,19 \quad t = 11,47$$

Nr. II 100 Blut	$\left \begin{array}{c} 31,19 \\ 68,81 \end{array} \right $	$\left \begin{array}{c} 11,45 \\ 1,96 \end{array} \right $	$\left \begin{array}{c} 13,41 \\ 7,89 \end{array} \right $	$\left \begin{array}{c} 21,30 \end{array} \right $

$$F = -1,66 \quad c = 22,85 \quad d = -0,38; \quad B = -0,75$$

$$D = -0,18.$$

III.

$$\varepsilon = 0,618 \quad s = 1,0586 \quad T = 20,81; \quad h = 10,64$$

$$b = 28,99 \quad t = 11,74$$

1) Physiologische Chemie S. 401.

Nr. III 100 Blut	28,99	10,64	12,47	20,81
	71,01	1,83	8,34	

$$F = 7,61 \quad c = 14,18 \quad d = 1,08; \quad B = 3,10 \\ D = 0,24.$$

IV.

$$\varepsilon = 0,656 \quad s = 1,0589 \quad T = 20,74; \quad h = 11,28 \\ b = 30,73 \quad t = 10,87$$

Nr. IV 100 Blut	30,73	11,28	13,11	20,74
	69,27	1,93	7,53	

$$F = 5,68 \quad c = 21,75 \quad d = 1,23; \quad B = 2,56 \quad D = 0,69$$

V.

$$\varepsilon = 0,644 \quad s = 1,0560 \quad T = 20,07; \quad h = 11,11 \\ b = 30,28 \quad t = 10,11$$

Nr. V 100 Blut	30,28	11,11	13,02	20,07
	69,72	1,91	7,05	

$$F = 1,53 \quad c = 44,62 \quad d = 0,68; \quad B = 0,69 \\ D = 0,62$$

VI.

$$\varepsilon = 0,652 \quad s = 1,0556 \quad T = 19,56; \quad h = 11,25 \\ b = 30,66 \quad t = 9,19$$

Nr. VI 100 Blut	30,66	11,25	13,19	19,56
	69,34	1,94	6,37	

$$F = 1,26 \quad c = 60,10 \quad d = 0,76; \quad B = 0,56 \quad D = 0,69$$

VII.

$$\varepsilon = 0,541 \quad s = 1,0538 \quad T = 19,23; \quad h = 9,36$$

$$b = 25,49 \quad t = 11,10$$

$$\text{Nr. VII 100 Blut} \left| \begin{array}{c|c|c} 25,49 & 9,36 & 10,96 \\ 74,51 & 1,30 & 8,27 \end{array} \right| 19,23$$

$$F = - 20,31 \quad c = 17,62 \quad d = - 3,58; \quad B = - 6,96$$

$$D = - 1,51.$$

Resultate der Versuche.

Wir haben am Ende jedes der letzten fünf Versuche, indem wir die beiden Möglichkeiten, nämlich eine relative oder absolute Zunahme resp. Abnahme der Blutkörperchen im Körperblute in Betracht zogen, die Rechnung mit Benutzung der oben motivirten Formeln ausgeführt.

Fassen wir jetzt die Resultate dieser Berechnungen in eine Tabelle zusammen. — Um Missverständnissen vorzubeugen, sind in folgender Tabelle die Vorzeichen für F, d und D verändert worden, so dass (— F) aus dem Blute ausgetretenes Plasma, (+ F) hinzugekommenes bedeutet.

Desgleichen bedeuten (+ d) resp. (+ D) hinzugekommene Trockensubstanz und (— d) resp. (— D) geschwundene.

General-Tabelle für die Versuche X—XIV.

Nummer des Versuches.	Nummer der Blutprobe.	Blut- körperchen- Procente.	Relative Zu- resp. Abnahme der Blutkörperchen.			Absolute Zu- resp. Abnahme.	
			F.	c.	d.	B.	D.
X	I	29,33	—	—	—	—	—
"	II	36,18	—18,93	+ 7,94	— 1,50	+10,73	—0,46
"	III	29,82	+21,35	+ 8,73	+ 1,86	— 9,06	+0,53
"	IV	28,79	+ 3,57	+15,49	+ 0,55	— 1,44	+0,34
"	V	30,73	— 6,33	+ 7,87	— 0,50	+ 2,81	—0,08
"	VI	28,37	+ 8,36	+14,82	+ 1,24	— 3,30	+0,65
"	VII	33,25	—14,68	+13,61	— 2,02	+ 6,50	—1,19
"	VIII	37,24	—10,71	+15,77	— 1,66	+ 7,10	—1,32
"	IX	30,79	+20,91	+16,57	+ 3,46	— 9,32	+1,89
XI	I	30,55	—	—	—	—	—
"	II	37,82	—19,24	+ 5,23	— 1,00	+11,74	+0,06
"	III	34,64	+ 9,18	+10,59	+ 0,97	— 4,91	+0,45
XII	I	33,00	—	—	—	—	—
"	II	39,19	—15,78	+12,06	— 1,90	+10,18	—1,26
"	III	28,92	+34,09	+10,93	+ 3,73	—14,31	+1,53
"	IV	33,92	—13,86	+11,33	— 1,57	+ 7,53	—1,64
"	V	34,66	— 2,14	— 3,82	+ 0,08	+ 1,12	+0,19
XIII	I	33,73	—	—	—	—	—
"	II	34,11	— 1,13	—14,04	+ 0,16	+ 0,53	+0,22
"	III	33,99	+ 0,37	—123,37	— 0,46	— 0,07	—0,50
"	IV	35,27	— 3,64	+ 9,48	— 0,34	+ 1,98	—1,69
"	V	40,36	—12,62	+14,30	— 1,80	+ 8,48	—0,94
"	VI	41,30	— 2,28	+ 3,04	— 0,04	+ 1,46	—0,02
"	VII	33,05	+24,97	+11,09	+ 2,77	—12,33	+1,72
"	VIII	29,11	+13,54	+ 5,85	+ 0,79	— 5,49	+0,12
"	IX	25,18	+12,72	+ 5,29	+ 0,67	— 4,89	+0,03
XIV	I	31,71	—	—	—	—	—
"	II	31,19	+ 1,66	+22,85	+ 0,38	— 0,75	+0,18
"	III	28,99	+ 7,61	+14,18	+ 1,08	— 3,10	+0,24
"	IV	30,73	— 5,68	+21,75	— 1,23	+ 2,56	—0,69
"	V	30,28	+ 1,53	+44,62	+ 0,68	— 0,69	+0,62
"	VI	30,66	— 1,26	+60,10	— 0,76	+ 0,56	—0,69
"	VII	25,49	+20,31	+17,62	+ 3,58	— 6,96	+1,51

Bei der Betrachtung der Tabelle fällt es auf, dass die absoluten Werthe für B und D fast durchweg bedeutend kleiner sind, als die für F und d, dieses gilt besonders für die grösseren Blutkörperchen-Schwankungen. —

Es folgt daraus, dass, bei ausschliesslicher Zulassung einer nur relativen Blutkörperchen-Zunahme resp. Abnahme im Blute, die Blutmischung sehr viel mehr verändert werden müsste, als bei der ausschliesslichen Annahme der Möglichkeit, dass es sich um eine gesteigerte Neubildung resp. um Schwund von Blutkörperchen handelte. Besprechen wir etwas eingehender die erste von uns aufgestellte Möglichkeit, dass es sich vor Allem um Lymphe-Austritt resp. Erguss in die Blutbahn handelte, und dass die gefundenen Schwankungen im procentischen Blutkörperchengehalt des Blutes nur eine Consequenz dieses rasch aufeinander folgenden Zufließens resp. Abfließens von Blutplasma sei.

Betrachtet man die im Stabe c der Tabelle befindlichen Zahlen, welche die jeweilige Concentration der hämoglobinfreien Flüssigkeit angeben, so wird die Richtigkeit der von uns gesetzten Annahme von vornherein erschüttert, denn ein Austritt resp. Eintritt in die Blutbahn so eiweissreicher Lymphe, wie es unsere Rechnung zeigt, ist kaum für möglich zu erachten.

Leider gehört das Gebiet des Flüssigkeitsaustausches zwischen der Parenchymflüssigkeit (Lymphe) und dem Blute, sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Beziehung, zu den dunkelsten, am wenigsten erforschten Kapiteln der Physiologie, da die sich dabei abspielenden Vorgänge noch nie zum Gegenstande experimenteller Forschungen gemacht worden sind.

Auf Grund mehrerer Arbeiten, welche indirect diesen Gegenstand berühren, lassen sich Facta zu Gunsten dessen

anführen, dass das Blut, wenn es dem Parenchym Wasser zuführt, stets eine äquivalente Menge Wasser zurückerhält.

Carl Schmidt¹⁾ hat gezeigt, dass das Blut bei der Cholera, in Folge von Wassertransudation in den Darm, sehr bedeutend condensirt wird. Diese Verdichtung wächst dem Austritt der flüssigen Bestandtheile des Blutes gemäss und erreicht nach 36 Stunden ihr Maximum, abgesehen davon, ob die Kranken Wasser zu sich genommen hatten oder nicht. Im Falle der Genesung erfolgt nur ein langsames und allmähiges Zurückgehen zur Norm.

Tarchanoff²⁾ bestätigte die Angabe C. Schmidt's, dass Abführmittel das Blut bis auf einen gewissen Grad zu verdichten vermögen — nach Tarchanoff um etwa 10% — und wies nach, dass die Hämoglobinzahl, ungeachtet der Einstellung der Transudation in den Darm, 48 Stunden lang auf der Höhe bleibt und nur allmähig und langsam in Folge einer Absorption von Parenchymflüssigkeit schwindet.

Tarchanoff kam auf Grund dieser Arbeiten zum Schluss, dass der Uebergang des Wassers aus der Parenchymflüssigkeit in's condensirte Blut einen langsamen Process darstelle, der zu seiner Abwicklung eines geraumen Zeitabschnittes benöthigt sei. Die Grundveranlassung dieser Erscheinung sei unbedingt zu suchen in der Eigenschaft der lebenden Gewebeelemente, das zu ihrer Lebensthätigkeit nöthige Wasser in sich selbst und in ihrer nächsten Umgebung zu binden und festzuhalten.

Aus den Arbeiten von Chossat, Bidder und Schmidt und Voit³⁾ geht hervor, dass bei dem grossen

1) Charakteristik d. epid. Cholera u. s. w. 1850

2) Archiv f. d. ges. Physiol. B 24, S. 217 u. ff.

3) Die einschlägigen Daten sind von Hoppe-Seyler (Physiol. Chem. S. 925) übersichtlich in einer Tabelle zusammengestellt worden.

Gewichtsverluste, welchen die parenchymatösen Organe, besonders Muskeln, beim Hungern erleiden, der procentische Wassergehalt der Organe verhungelter Thiere nur eine geringe Zunahme erfährt, während das Blut nach Schmidt und besonders nach Voit sogar wasserärmer wird.

Der procentische Wassergehalt des Parenchyms ist somit keine sehr wandelbare Grösse, sondern, wie es scheint, eine schwer zu alterirende Constante.

Ein Wasseraustausch zwischen Blut und Parenchym findet jedenfalls statt, weil auf andere Weise die Zufuhr gelöster Nährstoffe zu den Organen und die Abfuhr der verbrauchten Stoffe in's Blut nicht gedacht werden kann; aber es handelt sich, mit grösster Wahrscheinlichkeit, um einen continuirlichen Austausch äquivalenter Wassermengen, so dass der procentische Wassergehalt des Parenchyms und des Blutes durch diesen Vorgang keinen Augenblick verändert wird.

Das Blut verliert sein überschüssiges Wasser nicht durch Abgabe an das Parenchym, sondern durch die verschiedenen Secrete und Excrete. Dass die Secretion der einzelnen Drüsen im septischen Fieber eher vermindert als vermehrt ist, wird angenommen werden müssen; dagegen wird man auch zugeben, dass das Blut durch die Lungen und vor Allem durch den Darm (septische Diarrhöe) mehr Wasser verlieren muss, als in der Norm. — Die Folge davon wäre eine stetig zunehmende Condensation des Blutes, wie es bei der Cholera der Fall ist, vorausgesetzt, dass dem Organismus kein Wasser von Aussen zugeführt wird.

Doch trifft dieses für die Septichämie nicht zu, da der relative Hämoglobingehalt des Blutes, wie es meine Versuche zeigen, trotz bestehender Diarrhöe und mangelnder

Wasserzufuhr von Aussen, in kurzer Zeit tief unter die Norm sinken kann.

Noch grösser ist folgender Unterschied zwischen Cholera und Septichämie: der Wasserverlust betrifft bei ersterer Krankheit nach Carl Schmidt vorwiegend das Blutplasma, welches somit einen viel grösseren procentischen Trockenrückstand als in der Norm ergeben muss; bei der Septichämie scheint bei hohem Hämoglobingehalt des Blutes — die Unveränderlichkeit der Zusammensetzung der rothen Blutkörperchen vorausgesetzt — das Blutplasma im Gegentheil verdünnt, mitunter so stark verdünnt zu sein, dass es schwer hält, an der Annahme einer Unveränderlichkeit der Blutkörperchen festzuhalten. Diese Alternative zwischen Constanz und Inconstanz der Blutkörperchen, kann nur durch eine Reihe directer Trockenrückstandbestimmungen des Blutplasma, bei gleichzeitiger Bestimmung der von mir berücksichtigten Grössen, entwirrt werden.

Andererseits ergibt die Rechnung bei gesunkenem Hämoglobingehalte des Blutes ein abnorm rückstandreiches Plasma — besonders kurz vor dem Tode —: dieses könnte durch Anhäufung von Zerfallsproducten im Blute erklärt werden.

Durch alles eben Gesagte wird man unwillkürlich zu der Annahme gedrängt, dass es sich bei der Septichämie um einen Schwund der rothen Blutkörperchen handeln muss.

Mit letzterer Annahme stehen die Beobachtungen vieler namhafter Autoren im besten Einklang; eine Reihe dieser Beobachtungen betrifft microscopisch nachgewiesene Formveränderungen der rothen Blutkörperchen, welche septichämischem, oder durch analoge Zustände des Organismus verändertem Blute entstammten; eine zweite Reihe weist auf ein verändertes chemisches Verhalten der rothen Blutkörperchen hin.

Ich will mich darauf beschränken, nur einige wenige Angaben zu machen, im Uebrigen verweise ich auf eine, in russ. Sprache erschienene, Arbeit von Lapczinsky¹⁾.

Das dem kranken Organismus entnommene Blut enthält Blutkörperchen, welche die Fähigkeit eingebüsst haben, sich in Form von Geldrollen zu rangiren. Diese Beobachtung ist bei entzündlichen Zuständen schon im Jahre 1836 von Nasse²⁾ gemacht worden.

Für Milzbrand wurde von Pollender³⁾ u. Brauell⁴⁾ dasselbe constatirt.

Bei der Schilderung der Veränderungen des Blutes bei künstlich erzeugter Septichämie schreiben Coze und Feltz⁵⁾ von den rothen Blutkörperchen: „Ils paraissent plus diffluents, plus agglutinés les uns aux autres, et ne sont plus aussi parfaitement réunis en piles d'écus que dans le sang normal.“ Dieselbe Erscheinung fanden die beiden Forscher beim Typhus, den Pocken, dem Scharlach und endlich beim Puerperalfieber

1) Botkin's Archiv f. klin. Medicin. Bd. V. Th. II, 1879. Lapczinsky. Das histologische Verhalten des Blutes bei verschiedenen Krankheiten. Der Autor gelangt auf Grund eigener und fremder Beobachtungen zu der Ueberzeugung, dass bei allen fieberhaften acuten Krankheiten ein vermehrter Zerfall der rothen Blutkörperchen stattfindet. Die Möglichkeit einer gleichzeitig vor sich gehenden gesteigerten Neubildung der Blutkörperchen findet von Seiten Lapcz. keine Beachtung.

2) Das Blut in mehrfacher Beziehung physiologisch und pathologisch untersucht. Bonn 1836.

3) Microscop. und microchem. Untersuchungen des Milzbrandblutes etc Casper's Vierteljahrschrift. Bd VIII S. 103, 1855.

4) Versuche und Untersuchungen betr. den Milzbrand des Menschen und der Thiere. Virchow's Archiv. Bd. XI S. 132.

5) Recherches cliniques et expérimentales sur les maladies infectieuses. Paris 1872, p. 76.

Nach Lapczinsky ist die Beibehaltung der biconcaven Linsengestalt und einer annähernd gleichen Grösse der Blutkörperchen, ausserhalb des Organismus, nothwendig, um das Zustandekommen von Münzenrollen zu erklären; wird eine dieser Eigenschaften der Blutkörperchen aufgehoben, so wird die Anordnung in Form von Münzenrollen unmöglich gemacht.

In der That, nicht nur von Lapczinsky, sondern auch von anderen Autoren ist bei fieberhaften Zuständen eine vermehrte Neigung der rothen Blutkörperchen, kugelig zu werden, beobachtet worden; andererseits constatirte Manassëin¹⁾ eine Verkleinerung der Blutkörperchen in der Septichämie, wobei nicht alle Körperchen gleich stark betroffen schienen.

Eine weitere Formveränderung der rothen Blutkörperchen, welche mehrfach bei septichämischen Zuständen beobachtet worden ist, ist die Stechapfelform. Max Schultze²⁾ behauptet, mehrfach Gelegenheit gehabt zu haben, sich zu überzeugen, dass bei hohem Fieber die scheibenförmigen Blutkörperchen eine grosse Neigung haben, Kugelform anzunehmen, wobei sich die Stechapfelform sehr häufig findet. Coze und Feltz haben ihrerseits ebenfalls die Stechapfelform beobachtet und abgebildet. Eine noch weiter vorgeschrittene Formveränderung der rothen Blutkörperchen bei der Septichämie wird von diesen Autoren mit folgenden Worten geschildert: „Plus tard, la forme discoïde des globules subit un autre genre d'alteration. — Les globules plus modifiés, ont l'aspect dentelé d'une roue de moulin, ces dentelures, très régulières d'abord, se transforment en

1) Wojenno-Med. Journ. 1872, S. 53.

2) Archiv f. microscop. Anatomie I. Seite 35.

déchiquetures plus ou moins irrégulières quand le sang est pris le moment de la mort (l. c. p. 77).

Dass es sich hier um Blutkörperchen handelt, welche im Zerfall begriffen sind, scheint auf der Hand zu liegen; dagegen, glaube ich, ist die Annahme nicht ohne Weiteres erlaubt, dass die Blutkörperchen im lebenden Organismus, innerhalb der Blutbahn denselben Formveränderungen bei ihrer Zerstörung unterliegen, wie sie auf dem Objecttische beobachtet worden sind. Die Herstellung eines microscopischen Präparates erfordert Zeit, in welcher das dem Schutze der Gefässwandungen entzogene Blut verändert werden kann.

Max Schulze sagt ausdrücklich: „Das Blut einer an embolischer Pneumonie erkrankten Wöchnerin, welches ich aus Fingern und dem Arm entnahm, konnte ich kaum schnell genug unter das Deckgläschen bringen, um scheibenförmige Körperchen zu sehen (l. c. s. 36).“

Fest steht nur die Thatsache, dass die Blutkörperchen in der Septichämie die Fähigkeit erlangt haben, ausserhalb des Organismus in kurzer Zeit Formveränderungen einzugehen, und dass diese Fähigkeit gesundem Blute nur in sehr geringem und bedingtem Masse zukommt. Mit anderen Worten, die Blutkörperchen müssen schon innerhalb des kranken Organismus viel an Widerstandskraft gegen zerstörende Momente eingebüsst haben; giebt man dieses zu, so ist die Annahme einer Vernichtung der Körperchen innerhalb des Organismus gerechtfertigt, wobei das Wie und das Wo eine offene Frage bleibt.

Aber auch in chemischer Beziehung scheinen die rothen Blutkörperchen in fieberhaften Zuständen verändert zu werden, dafür sprechen die Beobachtungen von Dujardin,

Didier¹⁾, Vogel²⁾ und Virchow³⁾; das dunkle venöse Blut verliert nach diesen Forschern die Fähigkeit heller zu werden, wenn es mit Luft geschüttelt wird.

E. Körber⁴⁾ fand das Hämoglobin in acuten fieberhaften Krankheiten leichter zersetzbar als in der Norm.

Aber auch andere, nicht gering anzuschlagende, That-sachen sprechen zu Gunsten eines gesteigerten Unterganges der rothen Blutkörperchen im Fieber. — Die im Fieber vermehrte Ausscheidung von Harnstoff, Kalisalzen und Farbstoffen mit dem Urin setzt den Zerfall solcher Gewebetheile voraus, welche neben viel Stickstoff besonders viel Kali⁵⁾ und Hämoglobin⁶⁾ enthalten, dieses sind vor Allem die rothen Blutkörperchen. — Auch der Umstand, dass der Gehalt des Blutes an farblosen Blutkörperchen nicht selten bis auf einen Rest von nur 5—10 % abnimmt⁷⁾, spricht zu Gunsten einer Mitbetheiligung am Zerfall auch der rothen Blutkörperchen.

Ein Schwund ohne gleichzeitige Neubildung von Blutkörperchen würde in relativ kurzer Zeit das gesammte Kör-

1) Comptes rendus XXIII, p. 227.

2) Handb. d. spec. Pathol. u. Therapie.

3) Cellular-Pathologie 1871, S. 269.

4) Ueber Differenzen des Blutfarbstoffs. Diss. Dorpat 1866.

5) Nach den Untersuchungen von Salkowski (Virchow's Archiv 53. 1871) wird im Fieber das drei bis vierfache, ja mitunter das siebenfache derjenigen Menge von Kali ausgeschieden, welche ein Gesunder bei Fieberdiät entleert, während ähnliches beim Natron nicht statt hat.

6) Nach Vogel wird bei acuten fieberhaften Zuständen das vierfache gegen die Norm an Harnfarbstoffen ausgeschieden. Neubauer und Vogel. Anleitung zur Harnanalyse. 1872. S. 327.

7) F. Hoffmann. Ein Beitrag zur Physiologie und Pathologie der farblosen Blutkörperchen. Inaug. Diss. Dorpat 1881.

perblut verschwinden machen, abgesehen davon, dass ganz ungeheuer grosse Wassermengen aus der Blutbahn ausgeschieden werden müssten, damit trotz dem Schwunde sogar eine relative Blutkörperchenzunahme resultire, wie es intercurirend bei der Septichämie der Fall ist. — Setzen wir für einen Zeitraum den Schwund gleich Null und sagen wir, dass das Blut auf 100 grm 16 grm Wasser verloren habe, dieses würde einem relativen Blutkörperchenzuwachs von weniger als 20 % entsprechen. (Vrgl. Versuch XII Blutprobe I und II). Nehmen wir ferner an, das Thier habe nur 1000 grm Blut, so müssten in einem Zeitraum von einer halben Stunde 160 grm Wasser durch Lungen und Darm ausgeschieden werden können. — Dieses scheint unwahrscheinlich.

Die Lungen scheiden reines Wasser aus, das Darmtranssudat ist auch sehr arm an Trockenrückstand, wir haben aber durch Rechnung gefunden, dass 100 grm Blut Nr. I 1,9 grm Trockensubstanz verloren haben müssen, mithin die gesammte Blutmenge des gedachten Thieres 19,0 grm. — Nun können diese 19,0 grm Eiweiss nicht durch den Darm ausgeschieden sein, denn dann müsste das Darmtranssudat einen Trockenrückstand von 12,06 % ergeben. — Die fragliche Trockensubstanz kann auch nicht ins Gewebe gegangen sein, weil dieses im Fieber sicher keine Hypertrophie erfährt, sondern einer Zehrung unterliegt. — Man wird zunächst annehmen dürfen, dass die 19 grm Eiweiss verbrannt worden sind, dann müssten aber von einem relativ kleinen Thiere innerhalb einer halben Stunde 7,0 grm Harnstoff nicht nur gebildet, sondern auch ausgeschieden werden können.

Sehr viel wahrscheinlicher, dünkt mir, ist die Annahme, dass das besagte Eiweiss nur zum Theil verbrannt

wird, zum grösseren Theile aber als Material für neuzubildende Blutkörperchen Verwendung findet¹⁾.

Eine stetige Verminderung der rothen Körperchen, ohne Ersatz, würde den Organismus in seinen Transportmitteln für Sauerstoff schwer schädigen, und es würde dem Organismus kaum gelingen durch grössere Belastung der Körperchen mit Sauerstoff, oder auch durch eine vermehrte Schnelligkeit der Circulation des Blutes, diesen Ausfall zu decken. Wenn die Blutkörperchen sehr schnell die Lungencapillaren passiren, so finden sie nicht die nöthige Zeit, sich vollständig mit Sauerstoff zu sättigen; ein längeres Verweilen der Körperchen in der Lunge setzt seinerseits eine verlangsamte Circulation voraus. — Man sieht, dass beide Vorgänge einander ausschliessen. Als Folge eines Blutkörperchen-Schwundes, ohne Ersatz, würde sich ein verminderter Sauerstoffverbrauch des Organismus bemerklich machen.

Von Finkler²⁾ ist aber das Gegentheil nachgewiesen worden, der Sauerstoffverbrauch ist, nach diesem Autor, im Fieber durchschnittlich um 13,8 % grösser als bei nicht fiebernden Thieren unter gleichen Bedingungen der Ernährung und der Umgebungstemperatur. — Im Einklang mit dem vermehrten Sauerstoffverbrauche steht auch die von Leyden und Fränkel³⁾ und in neuester Zeit von Finkler nachgewiesene gesteigerte Kohlensäurebildung im Fieber.

1) Nach Bizzozero (Moleschott's Naturlehre B. XIII, p. 153) findet die Production der rothen Körperchen im Extrauterinleben auf dem Wege der Theilung junger kernhaltiger rother Körperchen, und zwar einer indirecten Theilung derselben, statt.

2) Pflügers Archiv B. 29. S. 98

3) Virchow's Archiv B. 76 S. 136.

Für eine Neubildung von Blutkörperchen in der Septichämie sprechen endlich die Veränderungen an der Milz, dem Knochenmark und den Lymphdrüsen; selbst Neumann, ein entschiedener Gegner der Auffassung, dass die Milz ein Blutkörperchen-bildendes Organ sei, vindicirt ihr diese Thätigkeit bei der Septichämie¹⁾.

Wie erklärt sich nun das Zustandekommen der von uns beobachteten Hämoglobin-Schwankungen am ungewungensten?

Die Schwankungen sind am deutlichsten ausgesprochen im Beginn der Krankheit, bald nach erfolgter Injection; mir scheint, dass die von uns ins Blut gebrachte Schädlichkeit eine zerstörende Wirkung auf die körperlichen Elemente des Blutes ausübt; trotzdem sehen wir meist den relativen Hämoglobingehalt anfangs zunehmen; diese Zunahme scheint mir die Consequenz zweier verschiedener Vorgänge zu sein.

Einerseits sucht der noch ungeschwächte Organismus die zu Grunde gegangenen Blutkörperchen zu ersetzen und vermag dieses, auf kurze Zeit, in so ausreichender Weise, dass sogar eine Uebercompensation zu stande kommt: andererseits wird durch die, in der Regel auftretende, Transudation von Blutwasser in den Darm in gewissem Masse eine Condensation des Blutes hervorgebracht, und erst beide Vorgänge zusammen bewirken die von uns beobachtete, meist bedeutende, Hämoglobinzunahme im Blute.

Den blutbildenden Organen wird jedenfalls eine sehr grosse Anstrengung zugemuthet, der sie schon nach kurzer

1) Zeitsch. f. klin. Medicin. Bd. III. S. 425.

Zeit nicht mehr gewachsen zu sein scheinen; die Zerstörung der körperlichen Elemente dauert aber immer an, so lange die Schädlichkeit noch im Blute circulirt; die Folge davon ist, dass, trotz der noch immer bestehenden Transsudation in den Darm, der Hämoglobingehalt gegen Ende der Krankheit meist tief unter die Norm sinkt. Das Wesentlichste liegt also in der Septichämie nicht in der Neubildung, sondern in der Zerstörung der körperlichen Elemente des Blutes, daher die fast absolut ungünstige Prognose dieser Krankheit.

Häufig sinkt die Temperatur kurz vor dem Tode tief unter die Norm; die im Blute übriggebliebenen Blutkörperchen sind nicht mehr im Stande, sei es durch ihre geringe Anzahl oder durch ihre relative Hämoglobinararmuth, die erforderliche Menge Sauerstoff zu binden, um die sich im Blute anhäufenden Zersetzungsproducte vollends zu verbrennen, daher ergiebt unsere Rechnung ein besonders concentrirtes Blutplasma am Ende der tödtlich verlaufenden Krankheit.

Fassen wir zum Schluss die Resultate meiner Arbeit in kurze Sätze zusammen:

1) Der Hämoglobingehalt des Blutes unterliegt in der Septichämie im Beginne der Krankheit einem starken und raschen Wechsel und fällt später in der Regel unter die Norm, gleichgiltig, ob Genesung oder Tod eintritt.

2) Das specifische Gewicht des Blutes schwankt in gleichem Sinne mit dem relativen Hämoglobingehalte (Extinctionscoefficienten).

3) Der procentische Trockenrückstand des Blutes schwankt ebenfalls im gleichen Sinne mit dem relativen Hämoglobingehalte.

4) Die Annahme, dass die Schwankungen des Hämoglobingehaltes im Blute bei septisch infectirten Thieren ausschliesslich auf relativer Zunahme bezw. Abnahme beruhe, ist höchst unwahrscheinlich.

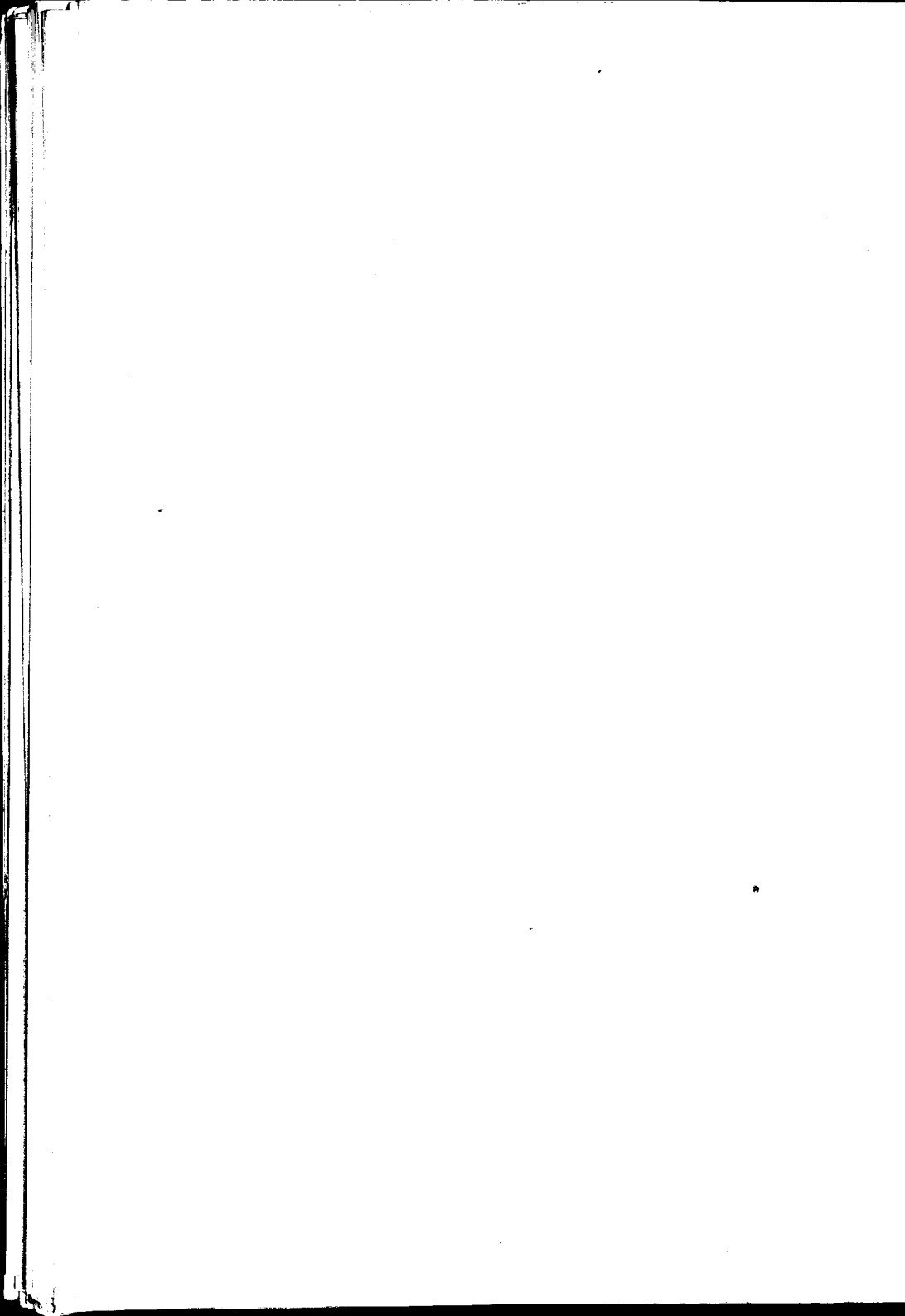
5) Die positiven Phasen der Hämoglobinschwankungen sind wahrscheinlich bedingt durch zwei verschiedene Vorgänge, durch Transsudation von hämoglobinfreier Flüssigkeit aus dem Blute in den Darm und durch pathologisch gesteigerte Neubildung von Blutkörperchen.

6) Die negativen Phasen der Schwankungen sind wahrscheinlich bedingt durch pathologisch vermehrten Zerfall von rothen Blutkörperchen.

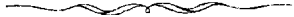
7) Der Schwund und nicht die Neubildung von Körperchen scheint das Primäre und Wesentlichere bei der Septichämie zu sein.

Dorpat, Physiolog. Institut, den 1./13 März 1883.





Thesen.

1. Das detaillirte Specialistenwesen unter den Aerzten ist ein Unwesen.
 2. Die intravenöse Applicationsmethode von Arzneimitteln hat eine Zukunft.
 3. Der Werth medicinisch - statistischer Arbeiten ist ein sehr bedingter.
 4. Die Anwendung des Schnürschlauches für künstliche Blutleere sollte bei Amputationen vermieden werden.
 5. Unter allen Instrumenten, welche zur Decapitation der querliegenden Frucht angegeben worden sind, verdient den Vorzug die Hanfschnur.
 6. Das Chinin und die Salicylsäure sind keine Antipyretica, sondern Antiseptica.
- 

Erklärung zu den graphischen Darstellungen.

Als Maasstab für die beiliegenden Curven gilt der Centimeter und zwar folgendermassen :

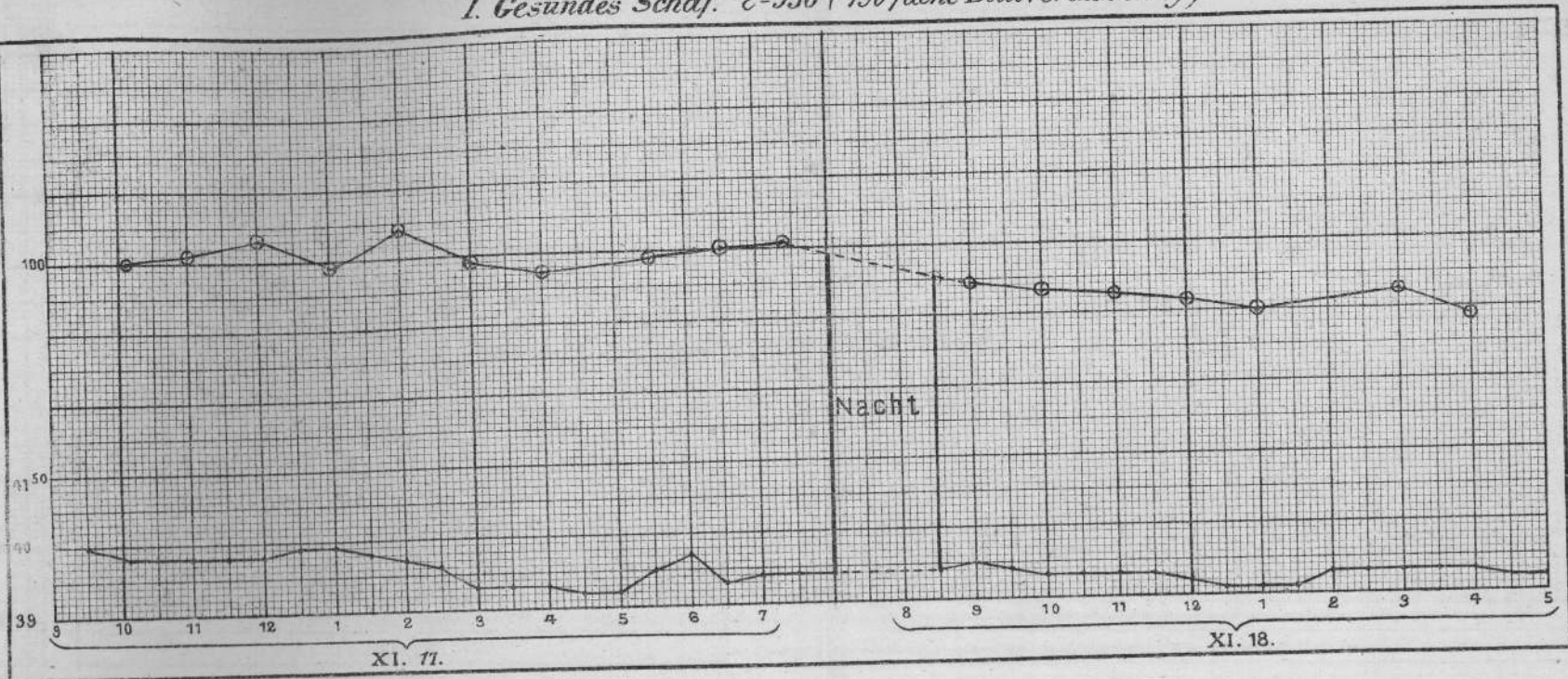
$$\begin{aligned} 1 \text{ Centimeter} &= 1 \text{ Stunde} \\ \text{demnach } 1 \text{ mm} &= 6 \text{ Minuten;} \\ 1 \text{ Centimeter} &= 1^{\circ} \text{ C.} \end{aligned}$$

100 mm sind jeweilig gleich dem Extinctionscoëfficienten der Normalblutprobe, mit welcher die übrigen verglichen werden sollen, gesetzt.

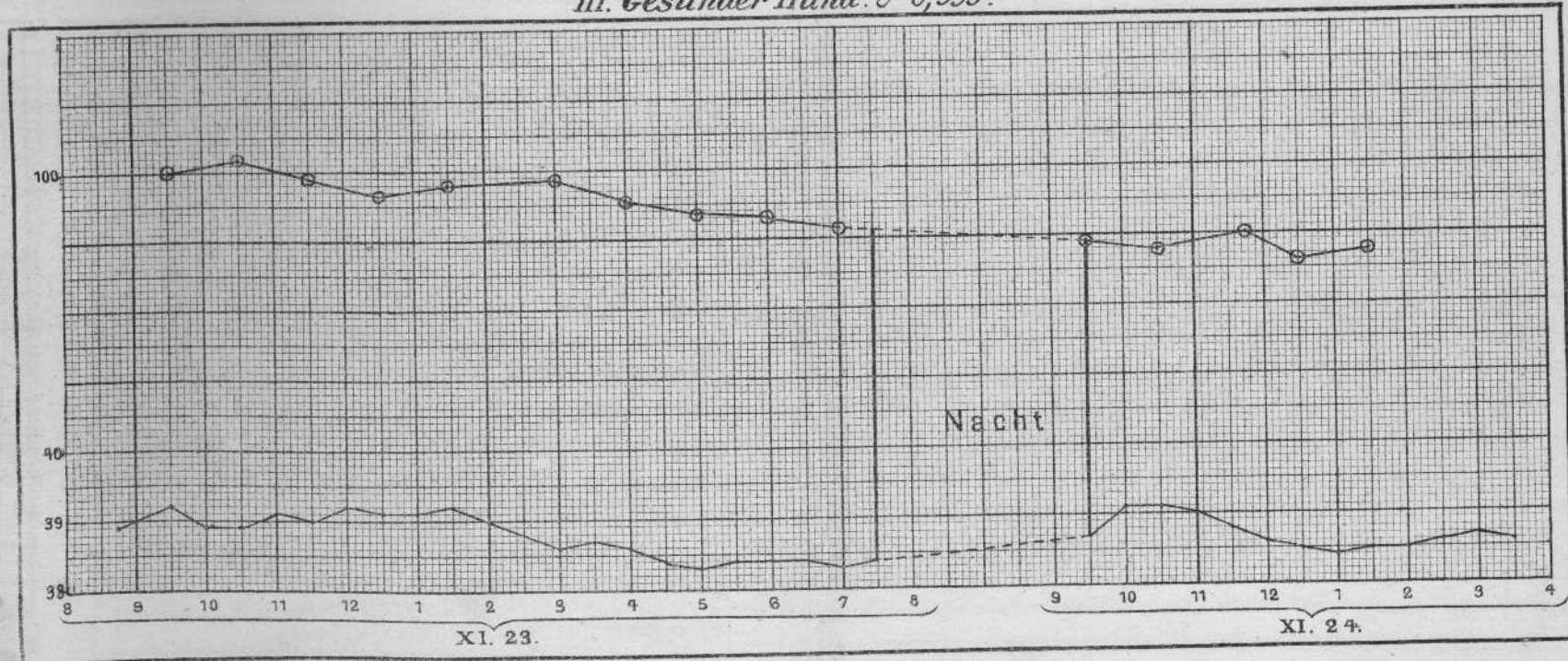
Die obere Curve bezieht sich auf die Extinctionscoëfficienten, die untere auf die Temperatur.

Die Zeit der Injection ist durch eine Ordinate angedeutet.

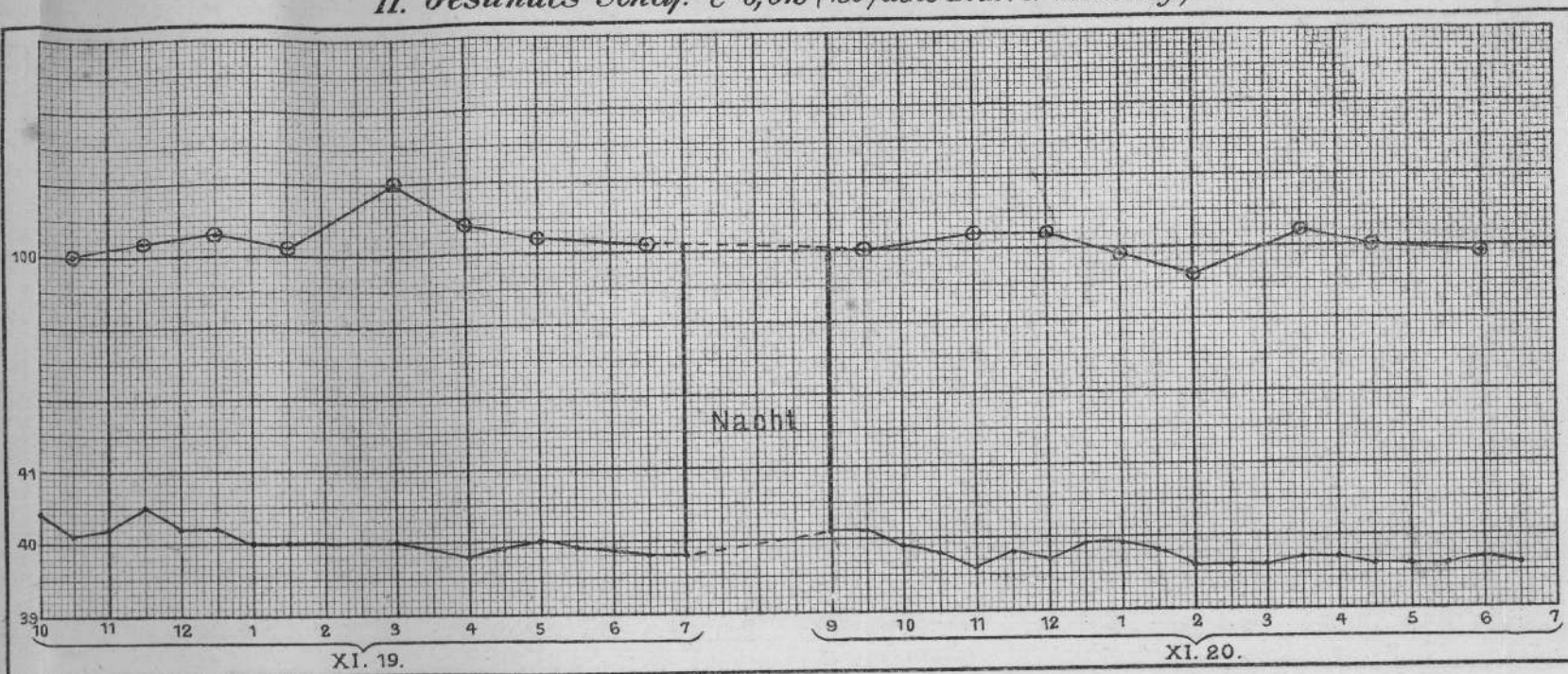
I. Gesundes Schaf. $\epsilon=536$ (150fache Blutverdünnung.)



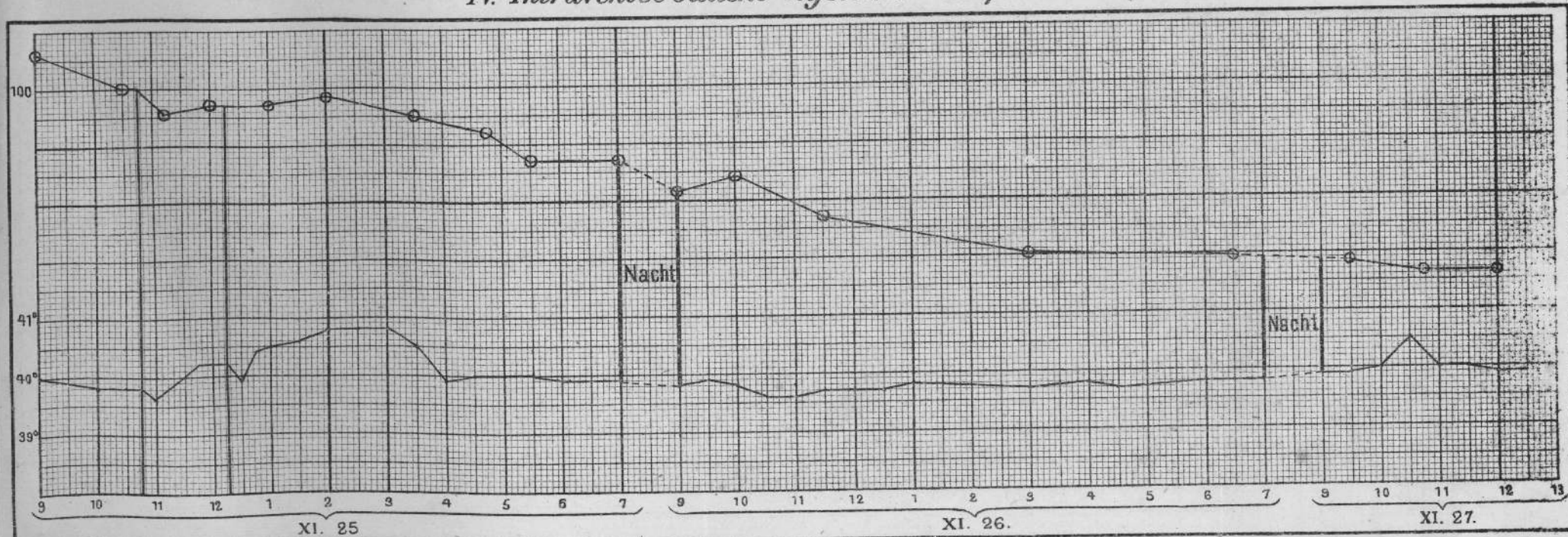
III. Gesunder Hund. $\epsilon=0,559$.



II. Gesundes Schaf. $\epsilon = 0,613$ (150 fache Blutverdünnung.)



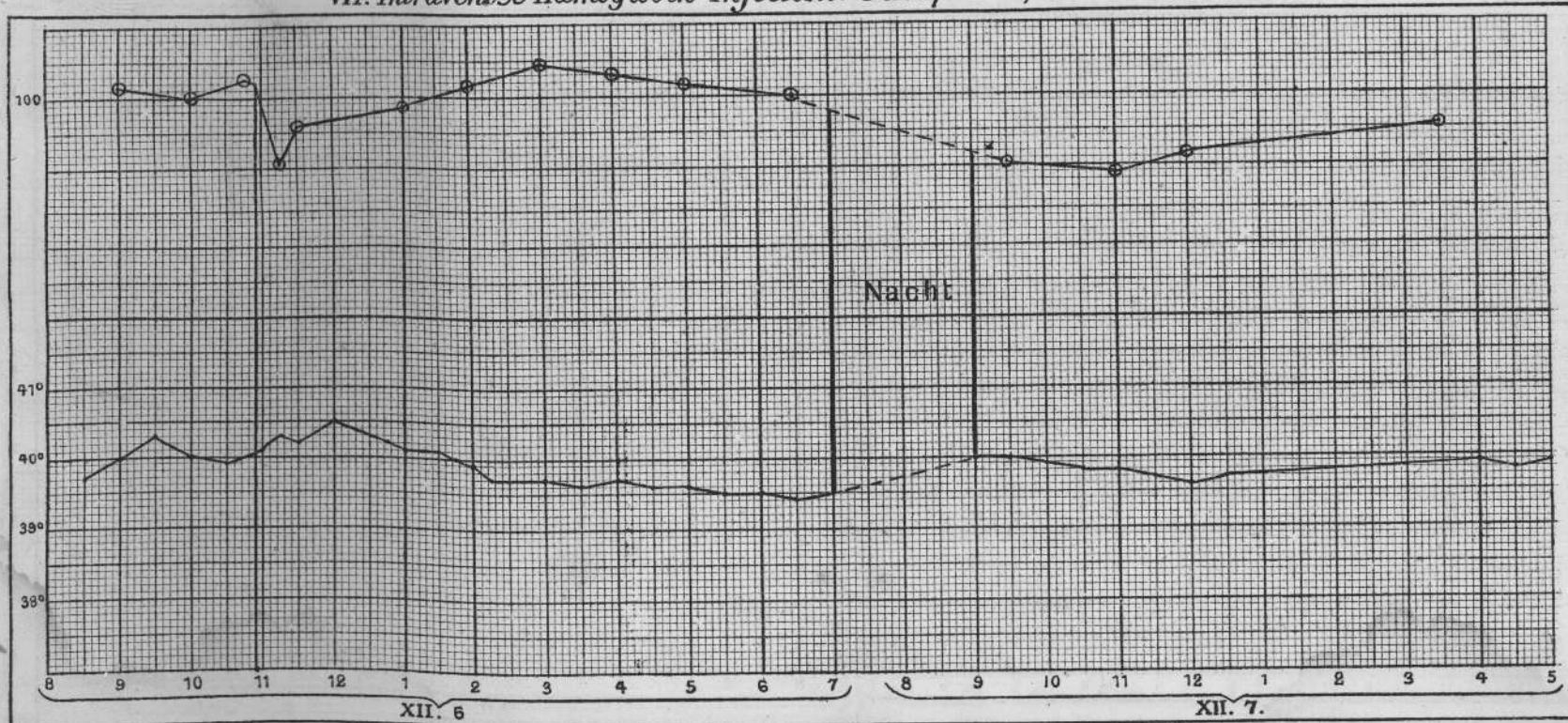
IV. Intravenöse Jauche-Injection. Schafbock. $\epsilon = 0,577$.



V. Intravenöse Jauche-Injection. Schaf. $\epsilon = 0,504$.



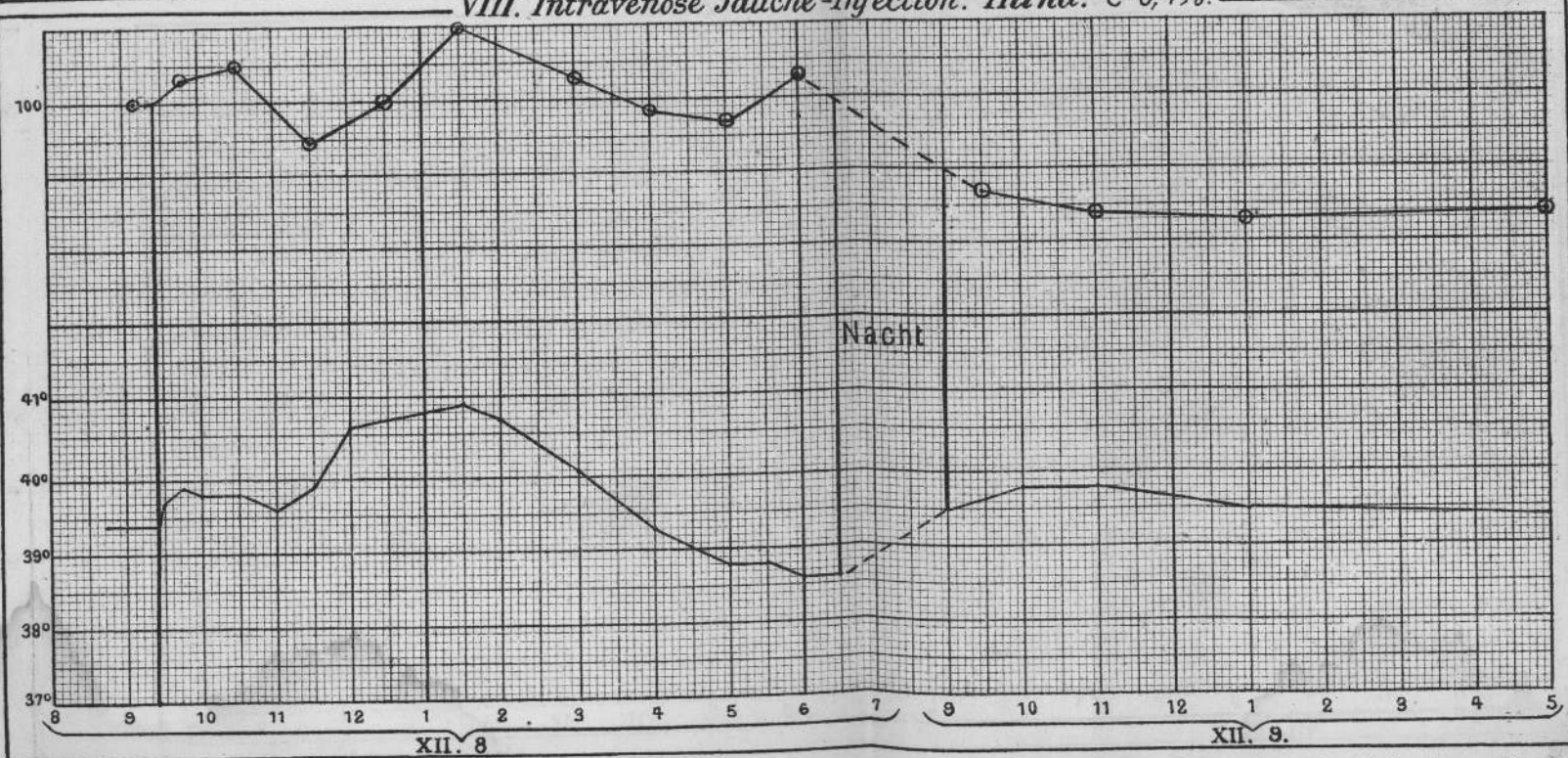
VII. Intravenöse Hämoglobin-Injection. Schaf. $\epsilon = 0,491$.



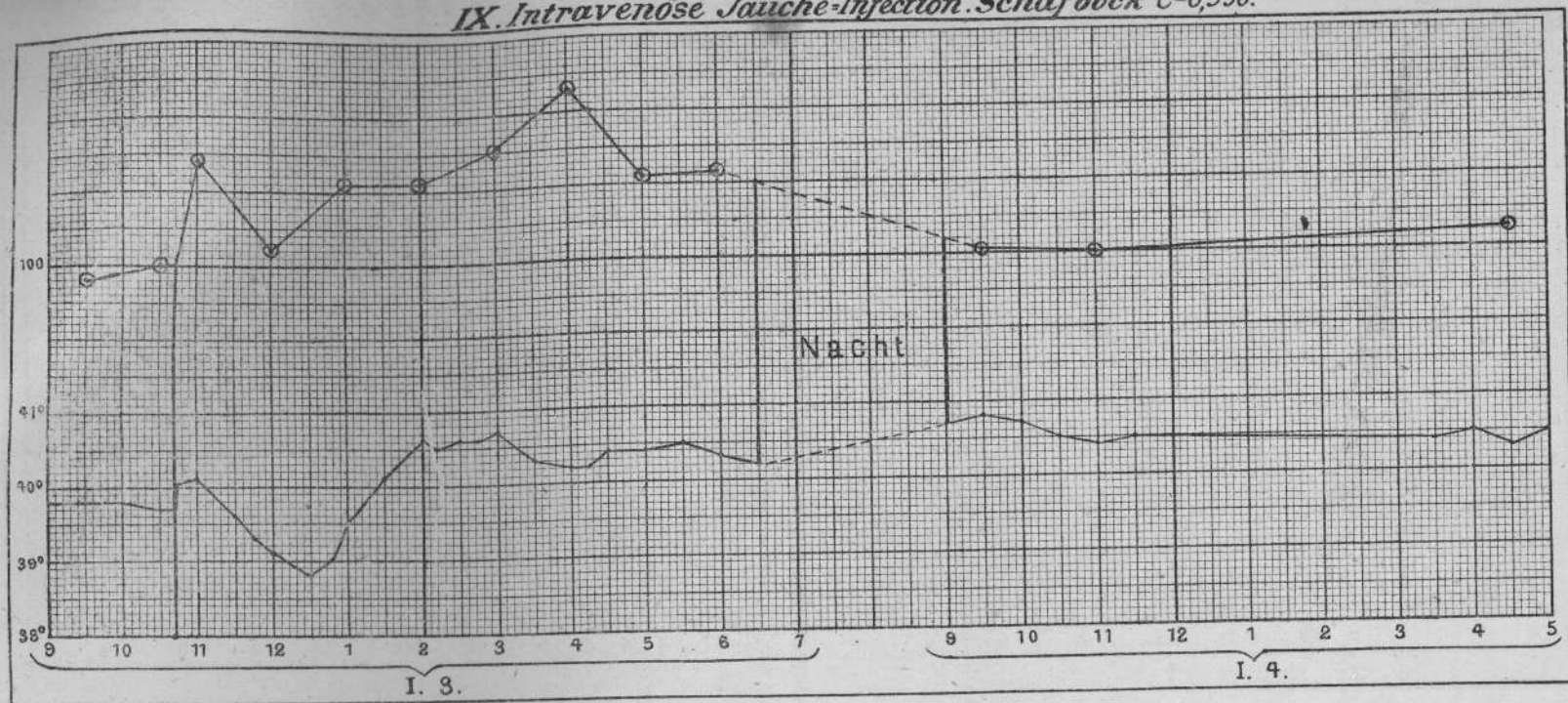
VI. Intravenöse Jauche-Injection. Schaf. $\varepsilon = 0,498$.



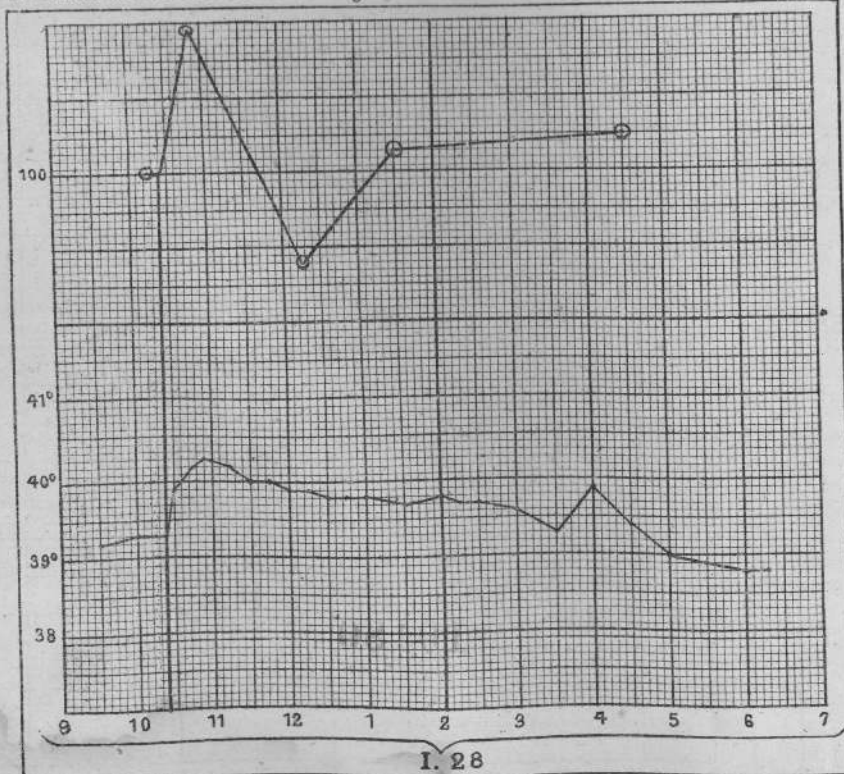
VIII. Intravenöse Jauche-Injection. Hund. $\varepsilon = 0,498$.



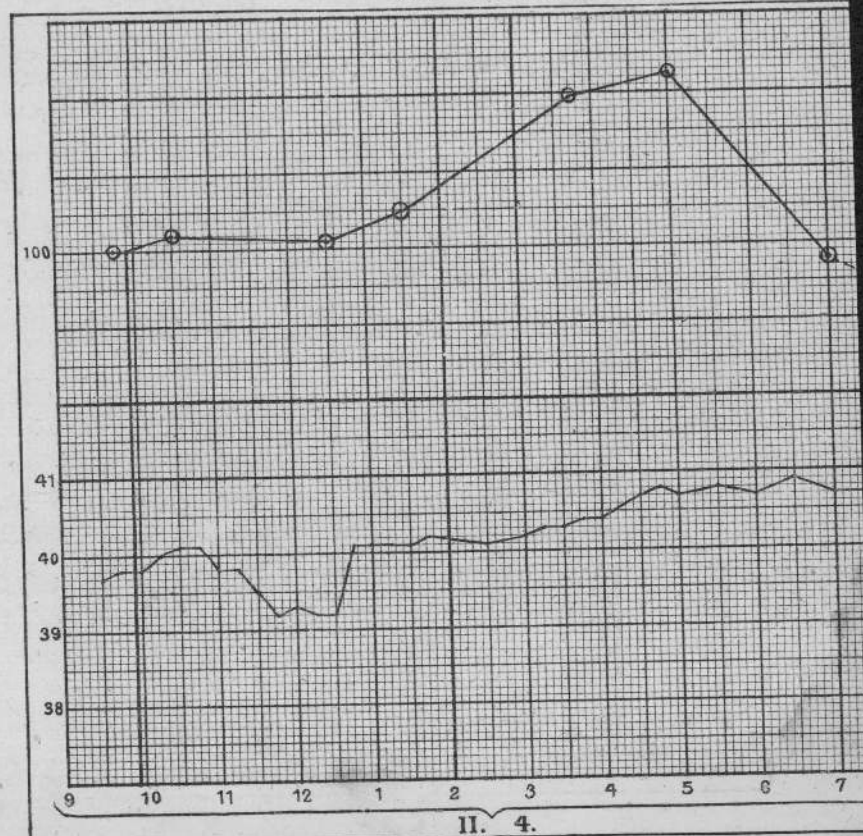
IX. Intravenöse Jauche-Injection. Schafbock $\epsilon=0,530$.



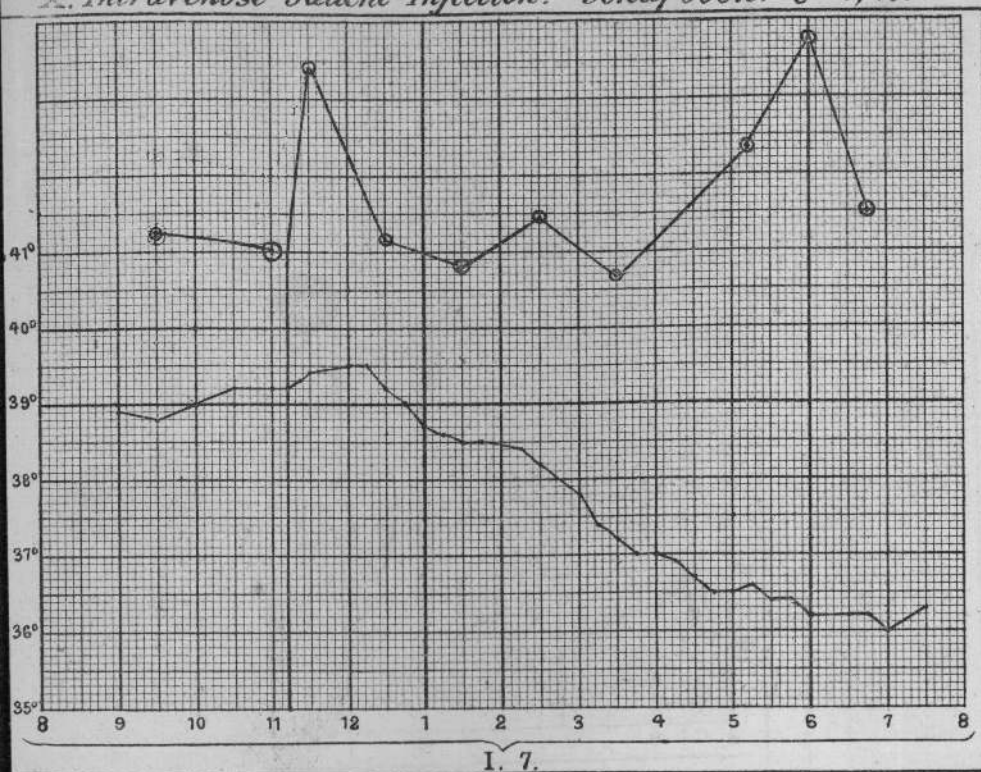
XII. Intravenöse Jauche-Injection. Hammel. $\epsilon = 0,532$.



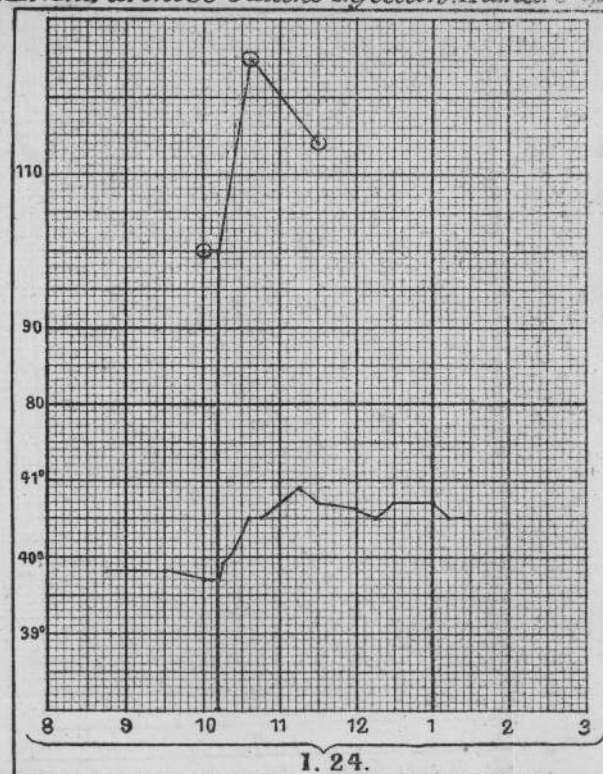
XIII. Intravenöse Jauche-Injection.



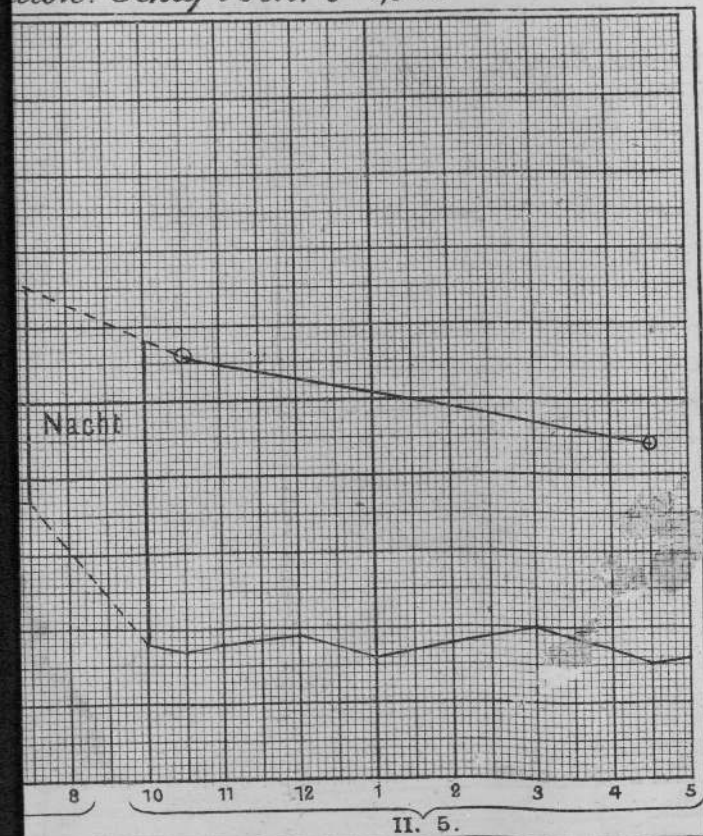
X. Intravenöse Jauche-Injection. Schafbock. $\epsilon = 0,485$.



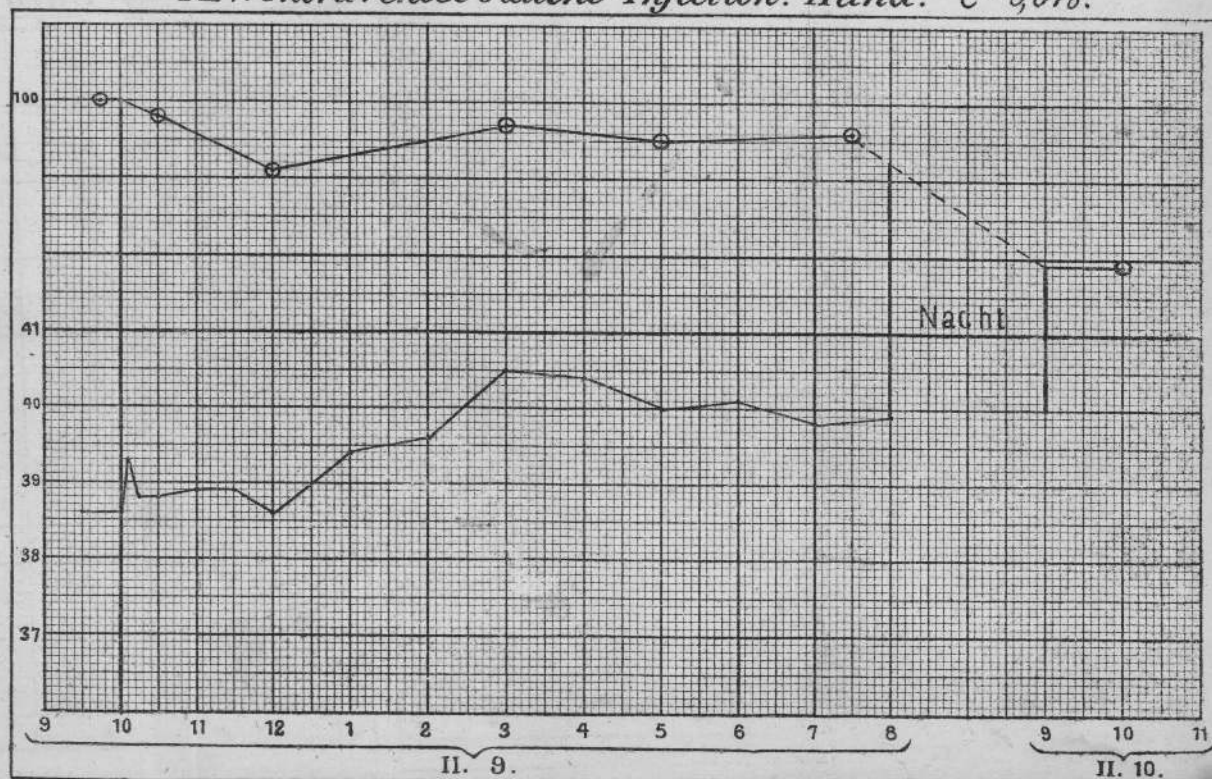
XI. Intravenöse Jauche-Injection. Hamel. $\epsilon = 0,532$.



tion. Schafbock. $\epsilon = 0,544$.



XIV. Intravenöse Jauche-Injection. Hund. $\epsilon = 0,678$.



10180

